

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada:  
dr. sc. Nikola Šakić, red.prof.

Sveto Dobrota

Zagreb, 2011.

# Zahvala

Zahvaljujem se svome mentoru prof.dr.sc. Nikoli Šakiću dipl. ing. na pruženoj stručnoj pomoći i korisnim savjetima ne sam tijekom izrade ovog završnog rada već i tijekom preddiplomskog studija.

Želim se zahvaliti i djelatnicima tvrtke Omial Novi d.o.o, a posebno gđi.Marici Stelli-Mišić, dipl.ing., na utrošenom vremenu i ustupljenim materijalima.

Također hvala svim kolegama i kolegicama koji su na bilo koji način pridonijeli mom uspješnom završetku preddiplomskog studija.

Najveća hvala mojoj obitelji na odricanju i podršci koju su mi pružili tijekom preddiplomskog studija.

# Sažetak

U ovom završnom radu opisana je proizvodnja kaširanog aluminija u poduzeću Omial Novi d.o.o. Kaširani aluminij se koristi za najrazličitija duboko vučena hermetička tvrda i meka Al-pakovanja od steriliziranih i pasteriziranih artikala za meso, ribu, voće i povrće do svih vrsta Al-zatvarača i poklopaca za boce i staklenke. Također je objašnjen sustav praćenja, analize i upravljanja kvalitete od ulazne kontrole do završne kontrole. U radu se može vidjeti i statistička obrada i analiza jednog radnog naloga. Nakon utvrđivanja parametara procesa pristupilo se planu realizacije šest sigma strategije i metodologije za analizirani proizvodni postupak te su se dale neke preporuke kako povećati razinu kvalitete, smanjiti broj nesukladnosti i reklamacija u proizvodnom procesu.

# Sadržaj

|  |      |
|--|------|
| Popis slika .....  | VI   |
| Popis tablica .....  | VII  |
| Popis dijagrama .....  | VIII |
| Popis oznaka .....   | IX   |
| Popis kratica .....  | X    |
| Izjava .....   | XI   |
| 1. Uvod .....  | 1    |
| 1.1. Omial Novi d.o.o. ....  | 1    |
| 1.1.1. Povijest .....  | 1    |
| 1.1.2. Lokacija .....  | 2    |
| 1.1.3. Tlocrt postrojenja .....  | 3    |
| 1.1.4. Organizacijska struktura .....                                  | 4    |
| 1.2. Proizvodni program .....  | 5    |
| 2. Proizvodnja aluminijskih proizvoda .....                            | 6    |
| 2.1. Lakiranje i kaširanje .....                                       | 7    |
| 2.1.1. Pregled postrojenja i tehnički podaci linije za lakiranje ..... | 7    |
| 2.1.2. Opis funkcioniranja linije za lakiranje .....                   | 8    |
| 2.2. Umrežavanje .....   | 11   |
| 2.3. Rezanje i zauljivanje .....                                       | 11   |
| 2.4. Štancanje .....   | 12   |
| 3. Sustav praćenja, analize i upravljanja kvalitetom .....             | 13   |
| 3.1. Općenito .....  | 13   |
| 3.2. Nadzor i mjerenje .....   | 13   |
| 3.2.1. Zadovoljstvo kupca .....  | 13   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.2.2. | Interni auditi.....  | 14 |
| 3.2.3. | Nadzor i mjerenje procesa .....                                      | 15 |
| 3.2.4. | Nadzor i mjerenje proizvoda.....                                     | 16 |
| 3.3.   | Upravljanje s neusklađenostima.....                                  | 21 |
| 3.3.1. | Upravljanje s neusklađenim proizvodom.....                           | 21 |
| 3.3.2. | Upravljanje s neusklađenom radnjom.....                              | 21 |
| 3.4.   | Analiza podataka .....   | 22 |
| 3.5.   | Poboljšanje .....  | 22 |
| 3.5.1. | Neprekidno poboljšanje .....   | 22 |
| 3.5.2. | Popravne radnje .....  | 22 |
| 3.5.3. | Zaštitne radnje.....   | 23 |
| 4.     | Analiza procesa proizvodnje.....                                     | 24 |
| 4.1.   | Debljina aluminiya.....  | 25 |
| 4.2.   | Ukupna debljina kaširanog aluminiya.....                             | 26 |
| 4.3.   | Korelacija ukupne debljine i debljine aluminiya .....                | 28 |
| 4.4.   | Gramatura zlata (lak).....   | 29 |
| 4.4.1. | $\bar{X}$ -R kontrolna karta .....                                   | 30 |
| 4.4.2. | Sposobnost procesa i $\sigma$ - razina kvalitete .....               | 31 |
| 4.5.   | Gramatura ljepila.....   | 32 |
| 4.5.1. | $\bar{X}$ -R kontrolna karta .....                                   | 33 |
| 4.5.2. | Sposobnost procesa i $\sigma$ - razina kvalitete .....               | 34 |
| 4.6.   | Vlačna čvrstoća, $R_m$ .....   | 35 |
| 5.     | Ukratko o 6 $\sigma$ metodologiji.....                               | 37 |
| 6.     | Plan realizacije Šest sigma strategije i metodologije u Omial-u..... | 41 |
| 6.1.   | Analiza reklamacija.....   | 41 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 6.2.   | Plan realizacije .....                              | 43 |
| 6.2.1. | Ulazna kontrola.....                                | 44 |
| 6.2.2. | Izobrazba kadra.....                                | 44 |
| 6.2.3. | Gradnja skladišta za lakove, otapala i ljepila..... | 48 |
| 7.     | Procjena efekata predloženog plana.....             | 49 |
| 8.     | Zaključak.....                                      | 50 |
| 9.     | Literatura.....                                     | 51 |
| 10.    | Prilog.....   | 52 |

# Popis slika

Slika 1.1 Tvornica Omial

Slika 1.2 Makrolokacija Omial Novi d.o.o

Slika 1.3 Mikrolokacija Omial Novi d.o.o

Slika 1.4 Tlocrt postrojenja Omial Novi d.o.o

Slika 1.5 Organizacijska shema tvrtke Omial Novi d.o.o

Slika 2.1 Monitor za kontrolu procesa

Slika 2.2 Komora za umrežavanje

Slika 2.3 Komora 4

Slika 2.4 Stroj za rezanje

Slika 2.5 Preša

Slika 3.1 Primjer  $\bar{x}$  – R kontrolne karte

Slika 3.2 Primjer procjene sposobnosti procesa

Slika 3.3 Kidalica

Slika 3.4 Vizualna kontrola

Slika 5.1 Šest sigma – pomak  $1,5 \sigma$

Slika 5.2 Deming-ov krug kvalitete

Slika 10.1 Shema linije za lakiranje i kaširanje

# Popis tablica

Tablica 1.1 Proizvodne mogućnosti

Tablica 2.1 Tehnički podaci linije za lakiranje

Tablica 3.1 Ulazna kontrola materijala – plan uzorkovanja

Tablica 3.2 Kontrola tijekom proizvodnih procesa – plan uzorkovanja

Tablica 3.3 Završna kontrola – plan uzorkovanja

Tablica 4.1 Statistički parametri debljine aluminija

Tablica 4.2 Statistički parametri ukupne debljine kaširanog aluminija

Tablica 4.3 Pearson korelacijski koeficijent

Tablica 4.4 Statistički parametri gramature zlata

Tablica 4.5 Statistički parametri gramature ljepila

Tablica 4.6 Statistički parametri vlačne čvrstoće

Tablica 5.1 Vjerojatnost i DPMO uz pomak od  $1,5\sigma$

Tablica 10.1 Radni nalog br. 111



# Popis dijagrama

Dijagram 4.1 Histogram debljine aluminijske folije

Dijagram 4.2 Papir vjerojatnosti za debljinu aluminijske folije

Dijagram 4.3 Histogram ukupne debljine kaširanog aluminijskog papira

Dijagram 4.4 Papir vjerojatnosti za ukupnu debljinu kaširanog aluminijskog papira

Dijagram 4.5 Regresijski pravac

Dijagram 4.6 Histogram gramature zlata

Dijagram 4.7 Papir vjerojatnosti za gramaturu zlata

Dijagram 4.8  $\bar{X}$ -R kontrolna karta za gramaturu zlata

Dijagram 4.9 Sposobnost procesa gramature zlata

Dijagram 4.10 Papir vjerojatnosti za gramaturu ljepila

Dijagram 4.11  $\bar{X}$ -R kontrolna karta za gramaturu ljepila

Dijagram 4.12 Sposobnost procesa gramature ljepila

Dijagram 4.13 Papir vjerojatnosti za vlačnu čvrstoću

Dijagram 4.14 Histogram debljine aluminijske folije

Dijagram 6.1 Pareto analiza uzroka nesukladnosti

Dijagram 6.2 Pareto analiza vrste nesukladnosti

Dijagram 6.3 Pareto analiza vrste nesukladnosti i cijene nesukladnosti

# Popis oznaka

|           |   |
|-----------|---|
| $\sigma$  | Standardna devijacija                   |
| $C_p$     | Indeks potencijalne sposobnosti procesa |
| $C_{pk}$  | Demonstrirana izvrsnost                 |
| $p$       | Vjerojatnost                            |
| $r$       | Pearsonovog koeficijenta korelacije     |
| $R$       | Raspon                                  |
| $R_m$     | Vlačna čvrstoća                         |
| $\bar{x}$ | Aritmetička sredina                     |

# Popis kratica

|            |   |
|------------|---|
| 6 $\sigma$ | Šest sigma                                      |
| ANOVA      | Analysis of variance                            |
| cca        | Približno                                       |
| DFSS       | Design for Six Sigma                            |
| DOE        | Design of Experiments                           |
| d.o.o.     | Društvo s ograničenom odgovornošću              |
| DMADV      | Define, Measure, Analyze, Design, Verify        |
| DMAIC      | Define, Measure, Analyze, Improve, Control      |
| DPMO       | Defects per milion opportunities                |
| EU         | Europska unija                                  |
| FMEA       | Failure Mode and Effects Analysis               |
| ISO        | Internacionalna organizacija za standardizaciju |
| npr.       | Na primjer                                      |
| PP         | Polipropilen                                    |
| PPM        | Parts per million                               |
| PVC        | Polivinil klorid                                |
| SE Mean    | Standard error of the mean                      |
| SPC        | Statistical Process Control                     |
| StDev      | Standardna devijacija                           |
| tj.        | To jest   |
| TLM        | Tvornica lakih metala d.d.                      |
| USD        | United States dollar                            |

# Izjava

Izjavljujem da sam ovaj završni rad izradio samostalno, koristeći znanja stečena tijekom studija, uz korištenje stručne literature i uz konzultacije sa svojim mentorom prof.dr.sc Nikolom Šakićem.

---

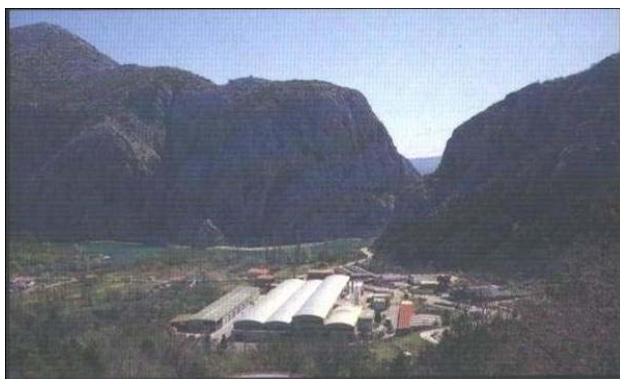
Sveto Dobrota

# 1. Uvod

## 1.1. Omial Novi d.o.o.

### 1.1.1. Povijest

Tvrtka **Omial**, smještena je u mjestu Zakućac, pokraj grada Omiša. Počela je s radom 1975. godine.



Slika 1.1 Tvornica Omial

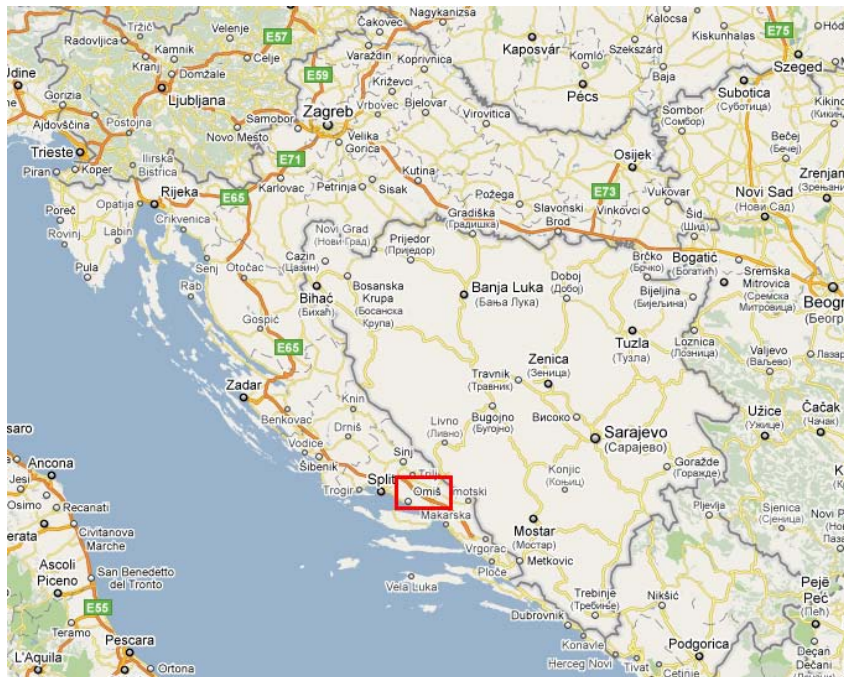
Program Omial-a predstavlja najvišu fazu finalizacije aluminijske valjane trake "coil coating" postupkom lakiranja i kaširanja, te prerade ovih materijala u proizvode posebnih i visokozahvatljivih namjena. Tu se posebno ističu područja primjene za najrazličitija duboko vučena hermetička tvrda i meka al-pakovanja steriliziranih i pasteriziranih artikala iz mesa, ribe, voća i povrća, te za sve vrste al-zatvarača i poklopca za boce i staklenke.

Od 12. mjeseca 2004. godine Omial ulazi u sustav Aluflexpack grupe pod nazivom **Omial Novi d.o.o.** Aluflex ima snažan interes za razvoj svih programa Omial-a kroz investicije u tehnologiju, razvoj novih proizvoda te uklapanje Omial-a u mrežu međunarodnih partnera i kupaca Aluflexpacka.

### 1.1.2. Lokacija

Omial Novi d.o.o. smješten je u Zakuću pokraj Omiša (slike 2,3)

Lokacija je pogodna zbog blizine autoceste A1, te maloj udaljenosti od Splita, gospodarskog i prometnog centra Dalmacije.



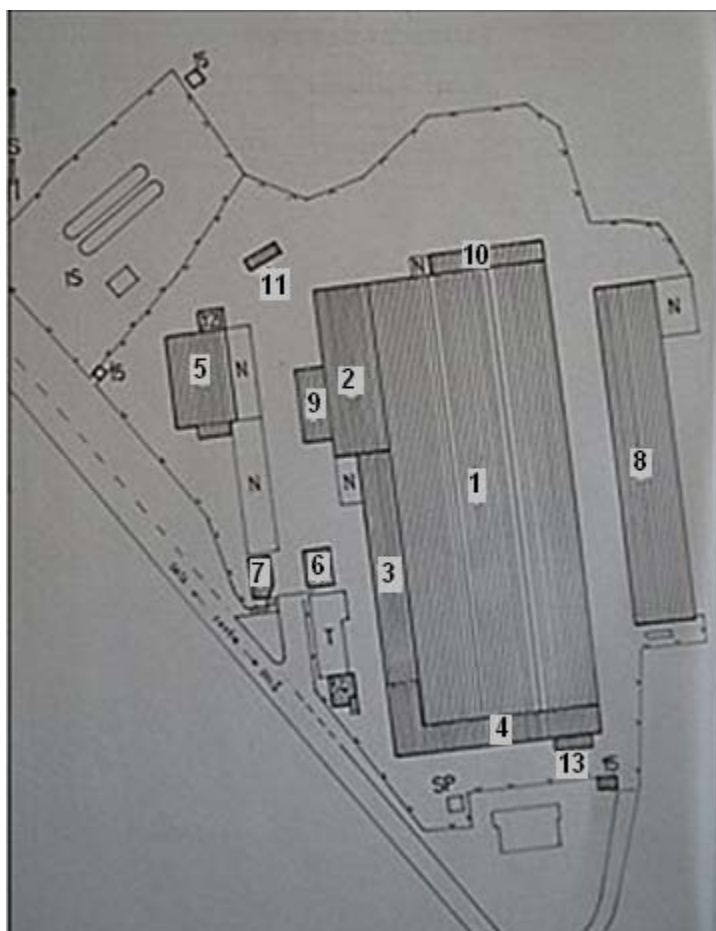
Slika 1.2 Makrolokacija Omial Novi d.o.o



Slika 1.3 Mikrolokacija Omial Novi d.o.o

### 1.1.3. Tlocrt postrojenja

Na slici 1.4 prikazan je tlocrt postrojenja Omial Novi d.o.o.



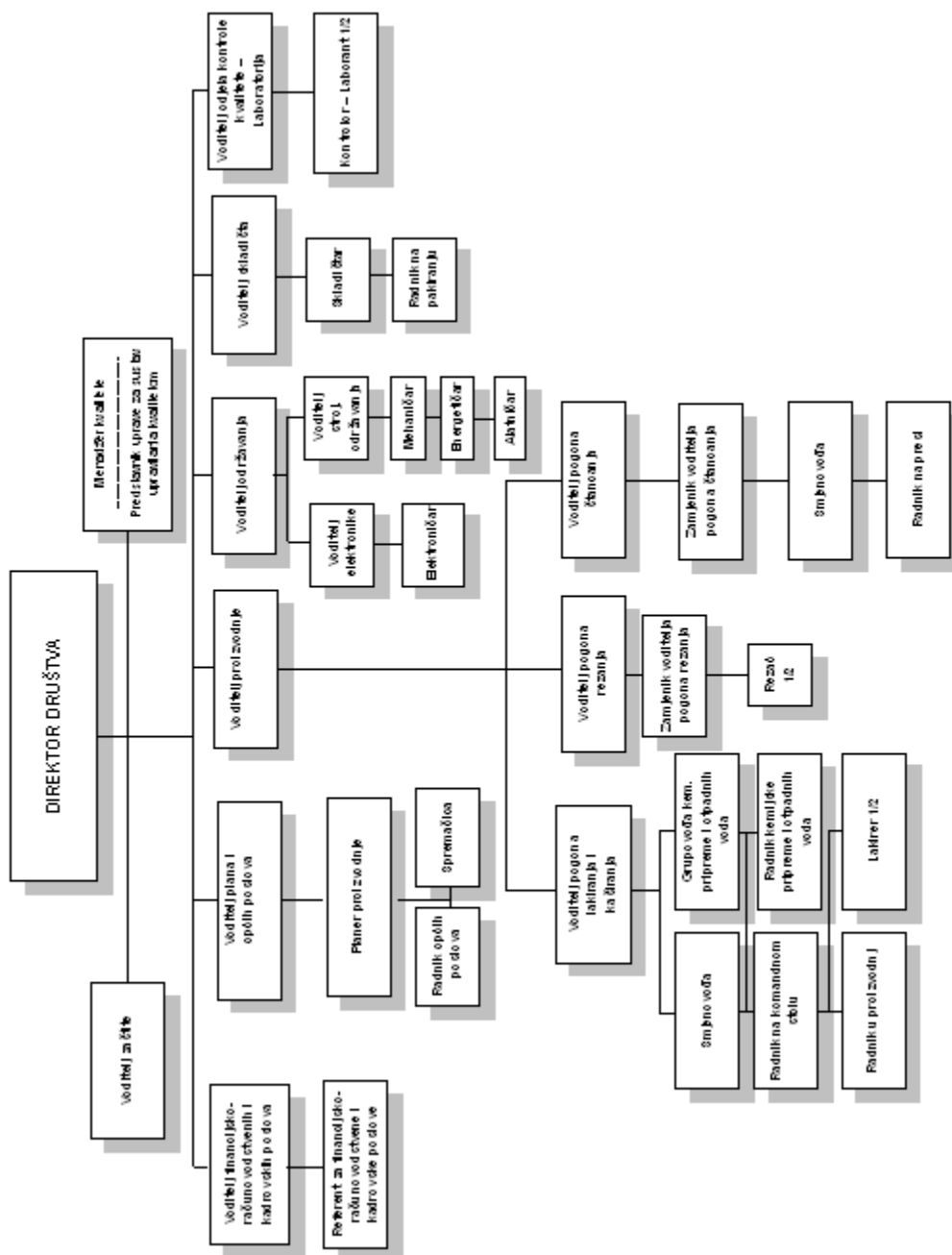
#### LEGENDA:

- 1. Proizvodna hala; skladište; komore za umrežavanje (starenje)
- 2. Obrada otpadnih voda
- 3. Kotlovnica; naknadno spaljivanje otpala
- 4. Uprava; laboratorij
- 5. Skladište lakova, ljepila
- 6. Autoradionica
- 7. Portirnica
- 8. Skladište; rezaona; alatnica
- 9. Proizvodna hala (prešanje, pakiranje)
- 10. Komora za umrežavanje
- 11. Skladište opasnih kemikalija
- 13. Kuhinja

Slika 1.4 Tlocrt postrojenja Omial Novi d.o.o

## 1.1.4. Organizacijska struktura

Na slici 1.5 prikazana je organizacijska shema tvrtke Omial Novi d.o.o.



Slika 1.5 Organizacijska shema tvrtke Omial Novi d.o.o



## 1.2. Proizvodni program

Proizvodne mogućnosti tvrtke Omial Novi d.o.o. prikazane su u tablici 1.1.

| Proces   | Tehnologija   | Širina<br>[mm] | Broj<br>strojeva | Stroj                   | Proizvod  |
|--|---|----------------|------------------|-------------------------|---|
| Odmašćivanje<br>Kromatiranje<br>Lakiranje<br>Kaširanje | Proizvodnja na<br>jednoj liniji.<br><br>Oslojavanje u<br>svitku | 1400           | 1                | Kampf<br>Germany        | Al 50 $\mu$ m-500 $\mu$ m                       |
| Rezanje<br>Zauljivanje                                 | Rezanje u<br>bobine   | 1400           | 1                | Wickeltechnk<br>Germany | Al 70 $\mu$ m-150 $\mu$ m                       |
| Rezanje  | Rezanje u<br>bobine   | 1400           | 1                | Kampf<br>Germany        | Al 150 $\mu$ m-500 $\mu$ m                      |
| Rezanje  | Rezanje u<br>formate  | 1400           | 1                | Jagenberg<br>Germany    | Al 150 $\mu$ m-250 $\mu$ m                      |
| Izrada<br>posudica                                     | Prešanje 45<br>tona   | ---            | 7                | Bosch Germany           | Steral posudice za<br>prehrambenu<br>industriju |
| Izrada<br>posudica                                     | Prešanje 75<br>tona   | ---            | 1                | Weno Germany            | Steral posudice za<br>prehrambenu<br>industriju |

Tablica 1.1 Proizvodne mogućnosti

## 2. Proizvodnja aluminijskih proizvoda

Omial Novi je tvornica za oplemenjivanje aluminijske trake i izradu proizvoda od iste.

Pod oplemenjivanjem se podrazumijeva lakiranje i/ili kaširanje aluminijske trake uglavnom za potrebe prehrambene industrije.

Procesima proizvodnje upravlja se sukladno dokumentiranim postupcima. Za svaki proces određen je vlasnik procesa koji je odgovoran za cjelovito odvijanje procesa sukladno postavljenim zahtjevima.

Sama proizvodnja odvija se u nekoliko faza:

1. Lakiranje i kaširanje
2. Umrežavanje
3. Rezanje i zauljivanje
4. Štancanje

Omial, kao član Aluflexpack grupe koristi kao vanjsku uslugu sljedeće tzv. "outsourced" procese:

- nabava
- prodaja
- transport

Navedene "outsourced" procese za Omial izvršava Aluflexpack d.o.o. Zadar.

## 2.1. Lakiranje i kaširanje

### 2.1.1. Pregled postrojenja i tehnički podaci linije za lakiranje

Jezgra proizvodnog postrojenja je linija za lakiranje. Na taj način se oplemenjena sirova aluminijska traka reže se pomoću triju škara za rezanje na krajnje dimenzije koje zahtjeva kupac. Kao konačni produkt mogu se proizvoditi formati, kao i svitkovi. Pogon ovog postrojenja zahtjeva niz sporednih postrojenja, kao što su pomoćni pogoni, laboratoriji i skladišta. Najvažnija sporedna postrojenja su postrojenja za sagorijevanje hlapnih ostataka iz peći, postrojenje za demineralizaciju, postrojenje za pripremu riječne vode te postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Maksimalna mehanička radna brzina | 75 m/min   |
| Radna širina                      | 800 – 1400 mm  |
| Debljina trake                    | 0,05 – 0,5 mm  |
| Specifikacije trake               | Čisti aluminij i legure, od mekog do tvrdog stanja                         |
| Lakiranje                         | Obostrano u dva sloja  |
| Lakiranje sa kaširanjem           | Obostrano, jedan sloj laka, kao i jednostrano kaširanje plastičnom folijom |
| Debljina kromatiranog sloja       | cca. 0,0001 mm   |
| Debljina plastičnih folija        | 0,012 mm (PP) 0,3 mm (PVC)   |

Tablica 2.1 Tehnički podaci linije za lakiranje

Stroj je dvoetažan i dug približno 103 m. Na jednom mjestu doseže dubinu u podu od preko 5 m. Najviše mjesto stroja nalazi se cca. 10 m iznad nivoa poda. Kapacitet punih akumulatora trake kreće se oko 360 m Al-trake.

## 2.1.2. Opis funkcioniranja linije za lakiranje

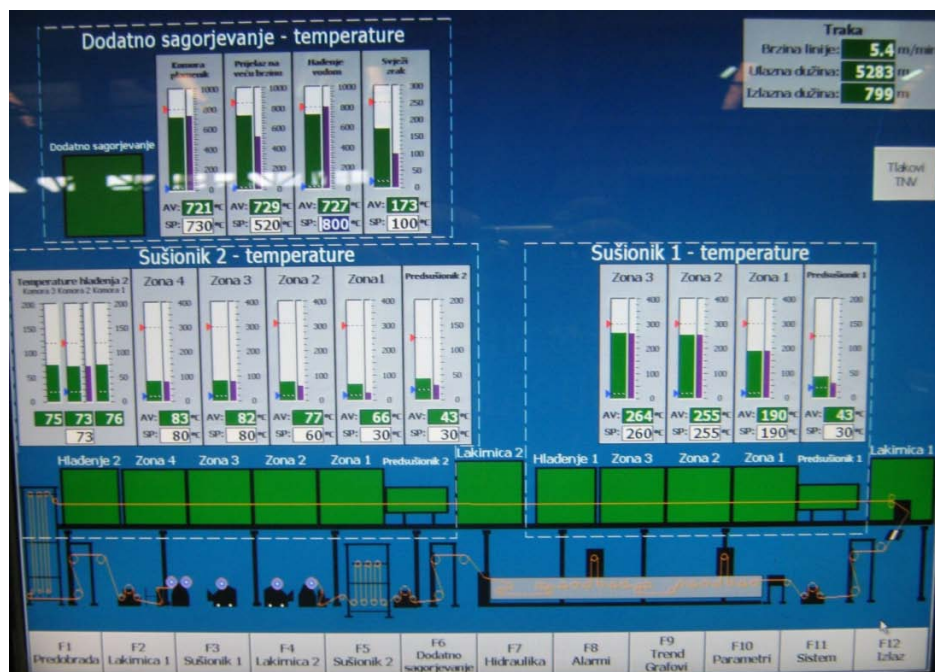
Proces oplemenjivanja je kontinuiran i odvija se na coil-coating liniji koja posjeduje stanicu za spajanje trake i dva akumulatora trake za osiguranje kontinuiranog rada. Izvaljana traka različitih debljina, nabavljena od TLM-a, polaže se pomoću viljuškara na transportna kolica. Ovdje se početak trake se po potrebi izrezuje se u ručnom uređaju za poprečno rezanje. Nakon toga svitak se transportira u dvostruki odmotač, u oslobođenu poziciju za namotavanje. Prethodno se na posebnim kracima preuzimaju prazni kalemi. Neposredno prije nego je svitak, koji se odmotava, pri kraju nanaša se na odrezani početak trake specijalna ljepljiva traka, te se uz pomoću pogonskog motora uvodi u stanicu za stezanje i lijepljenje. Ova traka stoji u poziciji čekanja između greda za pritiskanje. Kad je stara traka istekla, zaustavlja se odmotač i zatvaraju se stezne grede. Potom se uz pomoć grijaće grede obavlja zavarivanje krajeva trake, dok se istovremeno se stara traka obrezuje. Nakon toga stezne grede se otvaraju i odmotač ponovno pokreće.

Za vrijeme izmjene svitaka stroj dalje kontinuirano radi koristeći traku iz akumulatora trake. Nakon izmjene svitaka akumulatorska kola se zaustavljaju i dovode u donji položaj kompenzacijskih valjaka, gdje ostaju do sljedeće izmjene svitaka. Slijedi transportna partija koja za svaku stvara traku potrebnu zateznu silu u odnosu na odmotač. Potom se traka sprovodi u kemijski dio postrojenja koji se nalazi u tunelu.

Okretni i uronjeni valjci vode traku kroz zone odmašćivanja. Temperatura kupelji za odmašćivanje kreće se između 80 i 85 °C. Tekućina za odmašćivanje se pomoću optočne pumpe usisava iz dijela bazena s čistom vodom, a zatim se u kupelji grije pomoću svežnja cijevi izmjenjivača topline. Iza zone odmašćivanja slijedi neutralna zona koja je opremljena jednim parom valjaka za cijedenje. Jedna takva neutralna zona nalazi se iza svake daljnje zone obrade. Svaka od njih opremljena je usisivačem pare i odvojena je pregradnim zidovima. U neutralnim zonama vrši se vlaženje trake svježom vodom. Nakon toga Al-traka prolazi zonu ispiranja. Prvo se pomoću vijenaca za ispiranje obavlja predispiranje. Ovdje se vrši raspršivanje otopine za ispiranje, koja se sastoji od istekle vode obaju spojenih vijenaca za ispiranje. Potom slijedi bazen za kromatiranje gdje se pomoću odgovarajuće postavljenih valjaka na traku obostrano nanosi

tekućina iz kupelji na traku. Pri tome se kupelj zagrijava pomoću izmjenjivača toplina (45 - 500 °C). Postupkom zelenog kromatiranja osigurava se dobra prionljivost lakova za podlogu. Onda slijedi ponovno zona ispiranja u kojoj se traka prska hladnom svježom vodom. U sljedećoj zoni se ispire pri temperaturi od 60 °C. Slijedi završno ispiranje trake pomoću demineralizirane vode pri temperaturi od 80 °C. Nakon prolaza posljednjeg para valjaka za cijedenje, traka dopijeva u zonu za sušenje. Ovdje se propuhuje i suši obostrano zrakom temperature 100 °C. Na tunelu su ugrađena vrata zbog pristupa radi održavanja. Radi promatranja Al-trake i drugih dijelova stroja na vratima se nalaze staklene ploče, a na krovu tunela rasvjeta.

Al-traka se potom valjcima vodi do prve lakirnice i zatim se na traku valjcima nanose lakovi i/ili ljepila, koja se suše u pećima u struji toplog zraka. Lakove je moguće u istoj lakirnici nanositi obostrano. Nanosi lakova reguliraju se razmakom i brzinom okretanja valjaka. Linija ima dvije lakirnice i dvije peći, što omogućava, ako je to potrebno, da se u jednom prolazu mogu nanijeti po dva sloja laka s obje strane trake. Nakon lakiranja u prvoj lakirnici, traka ide na sušenje i ulazi u sušionik 1 koji se sastoji od predsušionika (40°C), peći s tri zone ( 190°C, 255°C, 260°C) te zone za hlađenje. Nakon sušenja traka ulazi u lakirnicu 2. Nakon lakiranja ulazi u sušionik 2 koji se sastoji od predsušionika (40°C), peći s četiri zone (65°C, 77°C, 82°C, 83°C) te zone hlađenja. Poslije lakiranja slijedi kaširanje, ovisno o vrsti proizvoda i želji naručitelja. Al-traka ulazi u kaširnu stanicu gdje se pomoću ljepila na lakiranu traku lijepi polipropilenska folija. Transport partijom IV se odvodi u drugi akumulator trake koji služi za akumulaciju prilikom izmjene na dvostrukom namotaču. Gotov svitak se s dvostrukog namotača pomiče se pomoću transportnih kolica s kojih viličar onda preuzima svitak. Ovisno o proizvodu svitak koji prođe liniju ide u komoru za starenje (umrežavanje) ili po potrebi još se jednom provlači kroz cijelu liniju.



Slika 2.1 Monitor za kontrolu procesa

Cijeli proces se nadzire na kontrolnoj ploči na kojoj se nalaze monitori koji prikazuju parametre procesa ( slika 2.1 ).

Sve procesne vode se skupljaju, pročišćavaju, te djelomično vraćaju u tehnološki proces, a one koje se ne mogu vratiti se nakon pročišćavanja ispuštaju u rijeku Cetinu.

Pare otapala koje isparavaju u pećima vode se u postrojenje za spaljivanje otapala, a toplina dobivena spaljivanjem koristi se za predgrijavanje zraka koji ulazi u peći.

U ovom trenutku najvažniji proizvod je kaširana traka, koja je s jedne strane lakirana zaštitnim lakom, a s druge strane se na traku nanosi dvokomponentno poliuretansko ljepilo koje se prolaskom kroz peć aktivira i na njega se lijepi polipropilenska folija.

Cijela shema linije je prikazana u Prilogu.

## 2.2. Umrežavanje

Kaširana traka mora odležati više dana na povišenoj temperaturi da bi proces umrežavanja završio, čime proizvod dobiva zadovoljavajuću kvalitetu.



Slika 2.2 Komora za umrežavanje



Slika 2.3 Komora 4

## 2.3. Rezanje i zauljivanje

Lakirana ili kaširana traka se zatim reže u potrebne širine na stroju za rezanje (slika 2.4) gdje je po potrebi moguće i zauljivanje trake, što je priprema za slijedeći proces, a to je štancanje posudica.



Slika 2.4 Stroj za rezanje

Omial isporučuje izrezanu i nauljenu traku mnogim kupcima u zemlji i inozemstvu koji proizvode različite posudice za pakiranje hrane za ljude i kućne ljubimce.

## 2.4. Štancanje

Dio kaširane trake prerađuje se u Omialu. Procesom štancanja izrađuju se različiti oblici posudica za pakiranje hrane za ljudsku prehranu.



Slika 2.5 Preša



## **3. Sustav praćenja, analize i upravljanja kvalitetom**

### **3.1. Općenito**

U Omial-u se planiraju i provode procesi nadzora, mjerenja, analize i poboljšavanja, uz primjenu odgovarajućih statističkih metoda (SPC metode i dr.).

Procesi nadzora, mjerenja i analize se provode radi:

- Upravljanja procesima, te potvrđivanja i dokazivanja sposobnosti procesa za postizanje planiranih (zahtijevanih) rezultata;
- Dokazivanja sukladnosti proizvoda s postavljenim zahtjevima;
- Pravovremenog sprečavanja pojave nesukladnih proizvoda;
- Utvrđivanja mogućnosti za poboljšavanje procesa.

### **3.2. Nadzor i mjerenje**

#### **3.2.1. Zadovoljstvo kupca**

Omial posebice prati i analizira reklamacije i primjedbe kupca koje su povezane s dijelom proizvoda izrađenog u Omial-u. Dokumentirane analize reklamacija Omial šalje Aluflexpack-u.

O svim informacijama vezanim uz zadovoljstvo kupca vode se zapisi, tako da budu prikladni za analiziranje i izvještavanje uprave koja na temelju izvještaja provodi ocjenu zadovoljstva kupca i donosi odluke koje trebaju dovesti do poboljšanja toga zadovoljstva.

### **3.2.2. Interni auditi**

Interni auditi (unutrašnja ocjena sustava upravljanja kvalitetom) provodi se, na način opisan u dokumentiranom postupku Interni auditi (OMIAL-OP-II-04).

Internim auditima utvrđuje se:

- Postojanje dokumentacije sustava upravljanja kvalitetom i njene sukladnosti sa zahtjevima normi ISO 9001:2008;
- Primjerenost dokumentacije sustava upravljanja kvalitetom za osiguranje učinkovitog i efikasnog provođenja procesa i ispunjenje politike i ciljeva kvalitete;
- Stupanj primjene dokumentacije sustava upravljanja kvalitetom;
- Postojanje mogućnosti za poboljšanje sustava upravljanja kvalitetom.

Predstavnik uprave za sustav upravljanja kvalitetom donosi Plan audita, za tekuću godinu, u kojem se za interne audite odredi vrijeme audita i odgovorne osobe za provedbu.

Interni auditi mogu se pokrenuti i izvanredno zbog:

- Uvođenja novih proizvoda;
- Uvođenja novih tehnologija;
- Funkcionalnih promjena;
- Neusklađenosti koje ugrožavaju uspješnost poslovnih procesa;
- Provjere provedbe popravnih radnji i sl.

Interne audite provode djelatnici koji su kvalificirani auditori i nemaju odgovornost za upravljanje organizacijskom jedinicom koja se auditira.

Uprava ocjenjuje rezultate internih audita i osigurava da se poduzimaju popravne i zaštitne radnje.

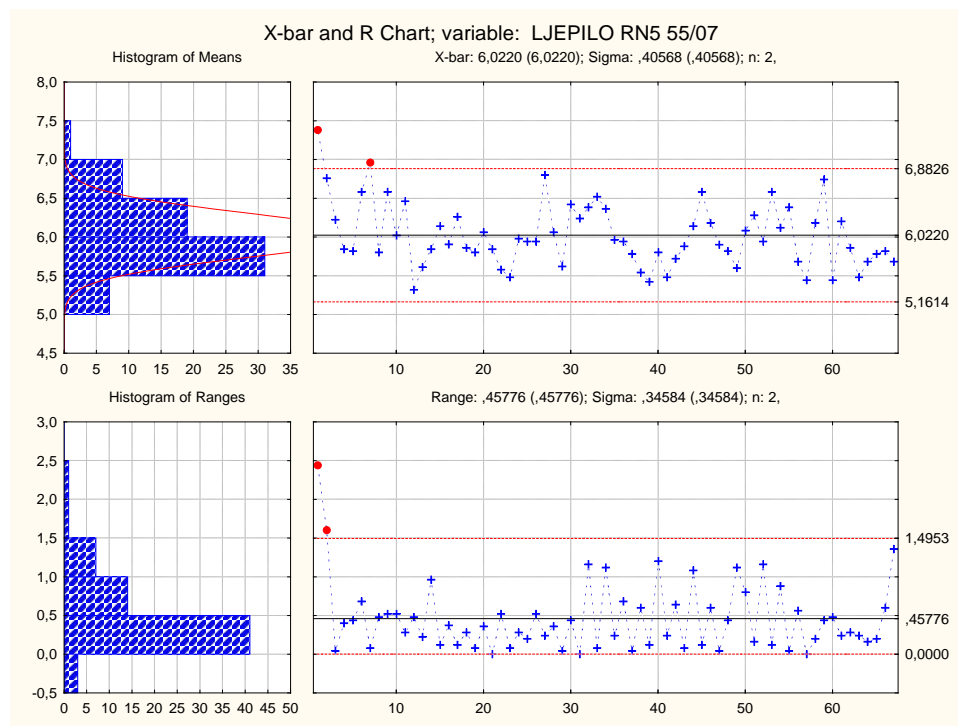
### 3.2.3. Nadzor i mjerenje procesa

U Omial-u se provodi nadzor i mjerenje svih mjerljivih procesa sustava upravljanja kvalitetom.

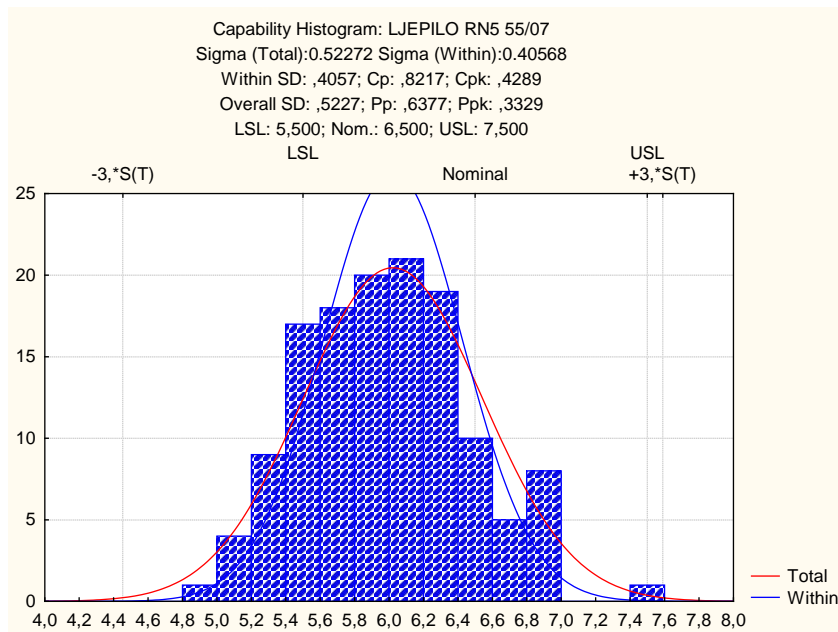
Nadzor i mjerenje procesa provode se radi:

- Osiguravanja sukladnosti proizvoda;
- Upravljanja procesom;
- Potvrđivanja procesa;
- Uviđanja mogućnosti za poboljšanje procesa.

Proces lakiranja i kaširanja se statistički prati po svakom radnom nalogu. S tim u svezi provjerava se, primjenom odgovarajuće kontrolne karte, je li proces "pod kontrolom", te se procjenjuje sposobnost procesa. Primjer statističkih metoda kontrole kvalitete procesa naveden je na slikama 3.1 i 3.2.



Slika 3.1 Primjer  $\bar{x}$  – R kontrolne karte



Slika 3.2 Primjer procjene sposobnosti procesa

### 3.2.4. Nadzor i mjerenje proizvoda

Omial vrši stalan nadzor i mjerenje proizvoda radi potvrđivanja ispunjenosti zahtjeva na kvalitetu istog. Mjerenja se u najvećem obimu provode u Laboratoriju gdje je na raspolaganju suvremena laboratorijska oprema. Na slikama 3.3 i 3.4 prikazani su primjeri mjerenja u Laboratoriju.



Slika 3.3 Kidalica



Slika 3.4 Vizualna kontrola

U cilju osiguravanja sukladnosti proizvoda s postavljenim zahtjevima kontrola kvalitete se provodi od ulaza materijala do gotovog proizvoda, odnosno provodi se:

- Ulazna kontrola materijala;
- Kontrola kvalitete tijekom proizvodnih procesa;
- Završna kontrola.

Karakteristike koje treba provjeriti, mjesta provjere i mjerenja proizvoda u procesu realizacije proizvoda planirani su i zapisani u dokumentiranim postupcima realizacije proizvoda. ( tablice broj 3.1, 3.2 i 3.3 )

Nijedan proizvod ne stavlja se u promet i ne dobiva status gotovog proizvoda prije nego što sve radnje kontrole kvalitete navedene u dokumentiranim postupcima ne budu na zadovoljavajući način obavljene i prije nego što s njima povezani podaci i dokumentacija ne budu dostupni i prihvaćeni od odgovorne osobe.

| RED. BROJ | MATERIJAL               | TKO UZORKUJE | UČESTALOST                        | VELIČINA UZORKA                            | VIZUALNA KONTROLA | REF. DOKUMENTACIJA                     | DOKUMENTI I INTERNI                        | ISPITUJE SE   |
|-----------|-------------------------|--------------|-----------------------------------|--|-------------------|--|--|---|
| 1.        | Al traka                | skladište    | svaki svitak                      | 30 cm po cijeloj širini svitka             | skladište         | specifikacije TLM-a                    | izvješće skladišta                         | IZGLED,<br>-ostala svojstva po certifikatu isporučioa prije prerade   |
| 2.        | lakovi, ljepila, dodaci | laboratorij  | jedan uzorak po šarži             | 50 ml                                      | laboratorij       | tehnički list                          | izvješće skladišta i certifikat dobavljača | IZGLED,<br>sadržaj krutog, viskozitet, kompletna analiza na novu vrstu laka   |
| 3.        | otapala                 | laboratorij  | jedan uzorak po šarži             | 50 ml                                      | laboratorij       | tehnički list ili podaci iz literature | izvješće skladišta                         | IZGLED,<br>indeks loma, a isparni ostatak i gustoće jedan put godišnje po vrsti otapala                                       |
| 4.        | pp-folija               | laboratorij  | jedan uzorak po šarži i dimenziji | 30 cm po cijeloj širini svitka u 5 slojeva | laboratorij       | tehnički list                          | izvješće skladišta                         | IZGLED,<br>napetost površine, debljina, točka mekšanja, prekidna čvrstoća i izduženje, za svaku širinu i debljinu po isporuci |
| 5.        | ulje                    | laboratorij  | jedan uzorak po šarži             | 50 ml                                      | laboratorij       | tehnički list                          | izvješće skladišta                         | IZGLED  |
| 6.        | ostalo                  |              |                                   |  |                   |  |  | prema posebnim uputama  |

Tablica 3.1 Ulazna kontrola materijala – plan uzorkovanja

| PROIZVODNJA           | TKO UZORKUJE       | UČESTALOST                            | VELIČINA UZORKA                          | KONTROLIRA SE                          |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--|
| KAŠIRANI<br>MATERIJAL | radnik na namotaču | uzorak po svitku na 0 metara          | 50 x 20 cm strana hale i zida            | vizualna kontrola                      |
|                       |                    |                                       |  | ukupna debljina                        |
|                       |                    |                                       |  | debljina Al-a, (H)                     |
|                       |                    |                                       |  | prekidna čvrstoća (H)                  |
|                       |                    |                                       |  | izduženja (H)                          |
|                       |                    |                                       |  | duboko izvlačenje (H)                  |
|                       |                    |                                       |  | gramatura zlata (H,Z)                  |
|                       |                    |                                       |  | gramatura ljepila (H,Z)                |
|                       |                    |                                       |  | mek test (H) i klizna svojstva (H)     |
|                       |                    |                                       |  | sila veza – 30 min./80°C (H,Z)         |
|                       |                    | uzorak jednog svitka po radnom nalogu | 1,5 m po cijeloj širini svitka; svitak A | grami zl.laka po širini valjka (H,S,Z) |
|                       |                    |                                       |  | grami ljep. po širini valjka (H,S,Z)   |
|                       |                    |                                       |  | ukupna debljina (H)                    |
|                       |                    |                                       |  | starenje – 1 h, 80°C (H,S,Z)           |
|                       |                    |                                       |  | starenje – 24 h, 55°C (H,S,Z)          |
|                       |                    | za svaki kraj (A,B,C,...)             | 1 m po cijeloj širini svitka             | ukupna debljina (H)                    |
|                       |                    |                                       |  | ušice (H,S,Z)                          |
|                       |                    | kraj ulaznog svitka                   | 1 m po cijeloj širini svitka             | ukupna debljina (H)                    |
|                       |                    |                                       |  | prekidna čvrstoća (H)                  |
|                       |                    |                                       |  | izduženje (H)                          |
|                       |                    |                                       |  | duboko izvlačenje (H)                  |
|                       |                    |                                       |  | gramatura zlata (H,S,Z)                |
|                       |                    |                                       |  | gramatura ljepila (H,S,Z)              |

Tablica 3.2 Kontrola tijekom proizvodnih procesa – plan uzorkovanja

| REZAONA   | TKO<br>UZORKUJE          | UČESTALOST                 | VELIČINA<br>UZORKA       | KONTROLIRA SE                                     | UČESTALOST   |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------|
| KAŠIRANI<br>MATERIJAL<br><br>PL 80/30 – 110/30 μm<br>PL 90/50 – 120/50 μm | radnik na<br>rezaču      | uzorak po svakom<br>kolutu | 50 cm x širina<br>koluta | vizualna kontrola                                 | svaki uzorak |
|   |                          |                            |                          | ukupna debljina                                   | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | debljina Al-a                                     | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | gramatura zlata                                   | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | gramatura ljepila                                 | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | težina polipropilena                              | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | sila veza prije i poslije<br>sterilizacije. t/max | jedan uzorak |
|   |                          |                            |                          | kontrola delaminacije                             | svali uzorak |
|   |                          | ostalo                     | po dogovoru              |   |              |
|   |                          | kraj svakog svitka         | 30 cm x širina<br>svitka | kontrola delaminacije                             |              |
| prije i poslije<br>svakog spoja<br>polipropilena                          | 30 cm x širina<br>svitka | kontrola delaminacije      |                          |   |              |
| Napomena: Kontrolirati nanos ulja jedan put po smjeni!                    |                          |                            |                          |   |              |

Tablica 3.3 Završna kontrola – plan uzorkovanja



## **3.3. Upravljanje s neusklađenostima**

### **3.3.1. Upravljanje s neusklađenim proizvodom**

Omial poduzima sve mjere zaštite u cilju sprečavanja nenamjerne uporabe proizvoda kod kojih je pronađena neusklađenost. S neusklađenostima se postupa sukladno uputama u dokumentiranom postupku Neusklađenosti (OMIAL-OP-II-03).

Neusklađenost se može odnositi na ulazni materijal, poluproizvode i proizvode.

Upravljanje neusklađenostima u Omial-u obuhvaća:

- prijavu neusklađenosti;
- utvrđivanje količine neusklađenih proizvoda;
- označavanje i/ili izdvajanje neusklađenih proizvoda;
- odluku o daljnjem postupku s neusklađenim proizvodom;
- pokretanje popravne radnje za uklanjanje uzroka neusklađenosti;

Evidentiraju se uzroci pojave neusklađenosti i poduzimaju sve moguće popravne radnje da se ista greška više ne ponovi.

### **3.3.2. Upravljanje s neusklađenom radnjom**

Neusklađenost je svaka radnja koja se obavlja u sustavu upravljanja kvalitetom Omial-a koja nije sukladna dokumentiranim pravilima. Neusklađenom radnjom upravlja se temeljem istog dokumentiranog postupka kao u prethodnoj točki.

## **3.4. Analiza podataka**

Omal posebnu pažnju posvećuje analizi podataka, posebice onih koji se ostvaruju mjerenjem u Laboratoriju. Korištenjem programskog paketa MINITAB redovito se izrađuju izvješća o razini sposobnosti proizvodnih procesa, te se vrši praćenje procesa korištenjem odgovarajućih kontrolnih karata u cilju utvrđivanja trendova procesa.

## **3.5. Poboljšanje**

### **3.5.1. Neprekidno poboljšanje**

U politici kvalitete smo se opredijelili za stalno poboljšanje djelotvornosti sustava upravljanja kvalitetom.

Okosnicu poboljšanja u tvrtki predstavlja iniciranje i provođenje popravni i zaštitni radnji.

Aktivnosti za poboljšanje pokreću se na osnovi:

- Rezultata internih audita;
- Rezultata vanjskih audita (od strane nezavisne certifikacijske organizacije);
- Rezultata audita (zahtjeva) kupca;
- Analize podataka;
- Ocjene uprave;
- Primjedbi danih od djelatnika tvrtke i sl.

### **3.5.2. Popravne radnje**

Popravne radnje obuhvaćaju:

- Kontrolu i određivanje uzroka neusklađenosti;
- Klasificiranje i određivanje potrebnih radnji kako bi se osiguralo da se neusklađenosti ne ponavljaju;
- Vođenje zapisa o poduzetim radnjama i rezultatima.

### **3.5.3.    Zaštitne radnje**

Dokumentirani postupak Zaštitne radnje (OMIAL-OP-II-06) opisuje aktivnosti koje se preventivno poduzimaju s ciljem sprečavanja pojavljivanja uzroka mogućih neusklađenosti.

Zaštitne radnje obuhvaćaju:

- Određivanje mogućih neusklađenosti i njihova uzroka;
- Klasificiranje i određivanje potrebnih radnji kako bi se spriječila pojava neusklađenosti;
- Vođenje zapisa o poduzetim radnjama i rezultatima.

## 4. Analiza procesa proizvodnje

Analizu ću izvršiti uz pomoć statističkog programa Minitab na proizvodu pod imenom PL 80/30 čiji je proces proizvodnje prikazan na radnom nalogu broj 111 (prilog).

Specifikacije proizvoda (opis, tolerance,...) su prikazane u prilogu.

Za statističku obradu odabrao sam sljedeće varijable:

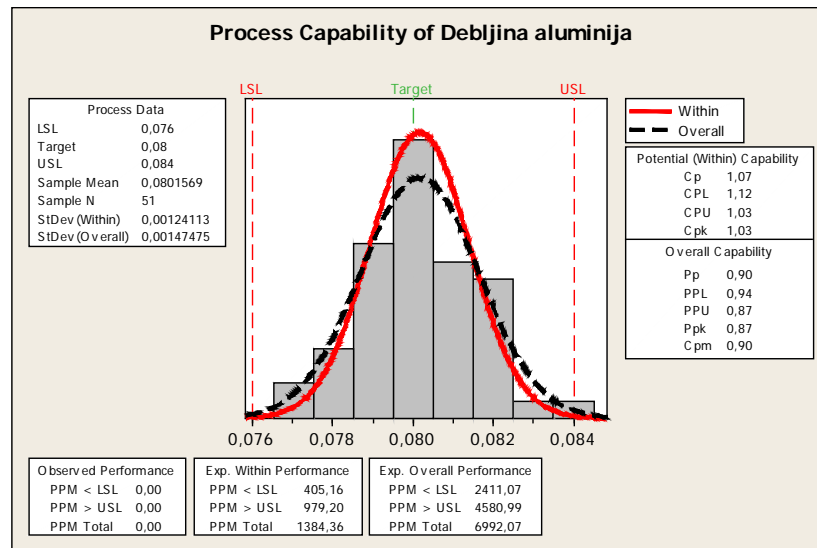
- Debljina aluminija
- Ukupna debljina kaširanog aluminija
- Gramatura zlata
- Gramatura ljepila
- Vlačna čvrstoća

U analizi ću prikazati osnovne statističke veličine kao što su: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, maksimum, median, te utvrditi kakvoj razdiobi pripadaju, tj. da li se podaci ponašaju po normalnoj razdiobi.

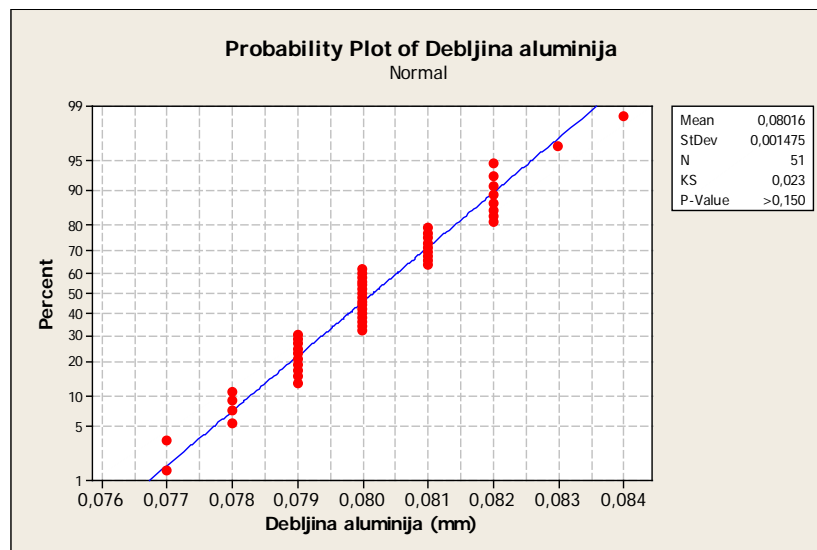
Za varijable na koje direktno utječe Omial, ispitat ću sposobnost procesa, da li je proces pod kontrolom ( $\bar{x}$ -R kontrolna karta), te sigma razinu kvalitete.

## 4.1. Debljina aluminija

Debljina aluminija ne ovisi o Omialu već o dobavljaču koji je u ovom slučaju TLM. Na slici 4.1 prikazan je primjer histograma debljine aluminija, dok je na slici 4.2 prikazan primjer papira vjerojatnosti za debljinu aluminija.



Dijagram 4.1 Histogram debljine aluminija



Dijagram 4.2 Papir vjerojatnosti za debljinu aluminija

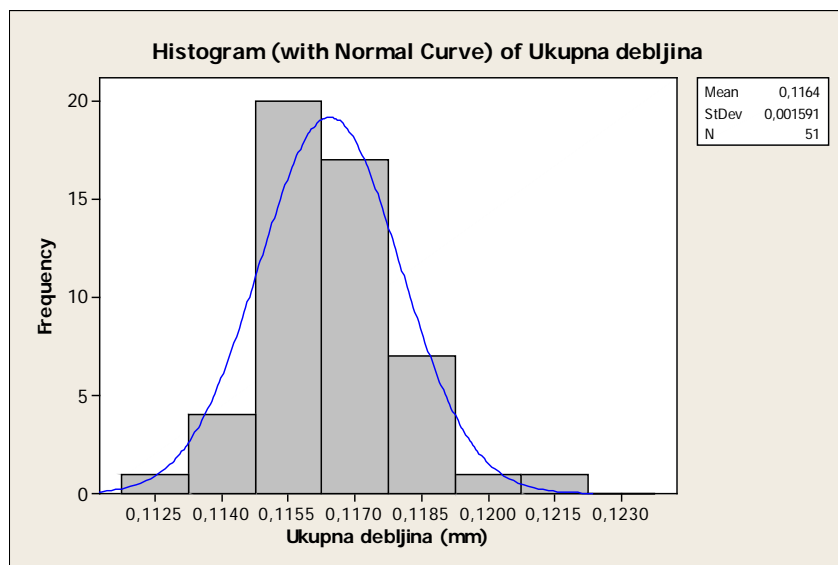
| Variable               | N  | N* | Mean     | SE Mean  | StDev    | Minimum | Median | Maximum |
|------------------------|----|----|----------|----------|----------|---------|--------|---------|
| Deblina aluminija (mm) | 51 | 0  | 0,080157 | 0,000207 | 0,001475 | 0,077   | 0,08   | 0,084   |

Tablica 4.1 Statistički parametri debljine aluminija

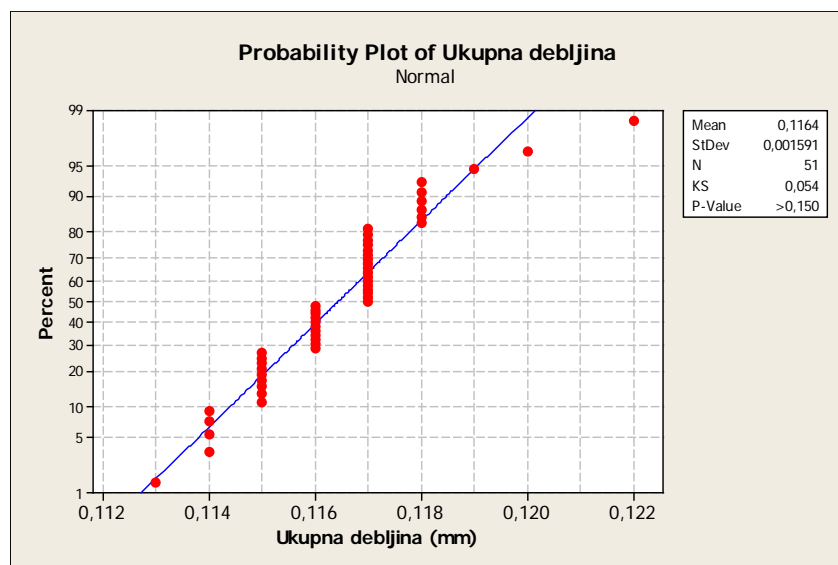
Debljina aluminija se ponaša po normalnoj razdiobi (p-value > 0,15) što se može vidjeti su dijagramu 4.2. Iz dijagrama 4.1 možemo vidjeti da su podaci unutar granica specifikacija i da su dobro centrirani oko ciljane vrijednosti.

## 4.2. Ukupna debljina kaširanog aluminija

Ukupna debljina je mjerena nakon kaširanje aluminija. Na slici 4.3 prikazan je primjer histograma ukupne debljine kaširanog aluminija, dok je na slici 4.4 prikazan primjer papira vjerojatnosti za ukupnu debljinu kaširanog aluminija.



Dijagram 4.3 Histogram ukupne debljine kaširanog aluminija



Dijagram 4.4 Papir vjerojatnosti za ukupnu debljinu kaširanog aluminija

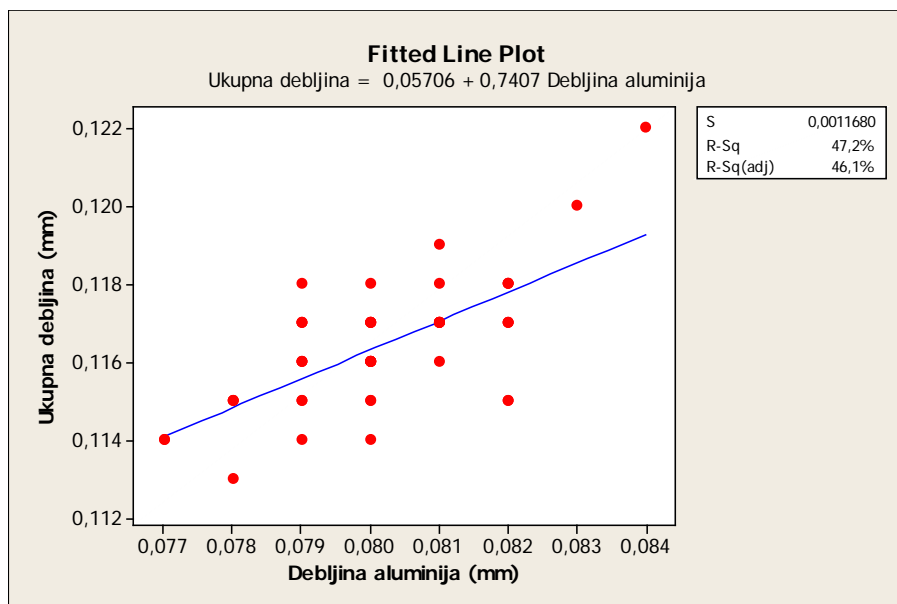
| Variable            | N  | N* | Mean    | SE Mean  | StDev   | Minimum | Median  | Maximum |
|---------------------|----|----|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Ukupna duljina (mm) | 51 | 0  | 0,11643 | 0,000223 | 0,00159 | 0,113   | 0,11700 | 0,122   |

Tablica 4.2 Statistički parametri ukupne debljine kaširanog aluminija

Iz histograma (dijagram 4.3) možemo primijetiti da se najveći broj podataka u rasponu od 0,115 do 0,117 i iz dijagrama 4.4 da se ovi podaci ponašaju prema normalnoj razdiobi. U specifikacijama proizvoda se ne navodi podatak o ukupnoj debljini pa ne mogu komentirati centriranost i broj nesukladnosti tj. broj komada van granica tolerancije.

## 4.3. Korelacija ukupne debljine i debljine aluminijske

Na slici 4.5 prikazan je primjer regresijskog pravca za debljinu aluminijske kao nezavisne varijable i ukupne debljine kao zavisne varijable.



Dijagram 4.5 Regresijski pravac

Pearson korelacijski koeficijent,  $r = 0,687$

| <b>r</b>    | <b>Vrsta povezanosti</b> |
|-------------|--------------------------|
| 0           | matematička nepovezanost |
| $\leq 0,25$ | nema povezanosti         |
| 0,26-0,50   | slaba povezanost         |
| 0,51-0,75   | umjerena povezanost      |
| $> 0,75$    | izvrsna povezanost       |
| 1           | matematička povezanost   |

Tablica 4.3 Pearson korelacijski koeficijent

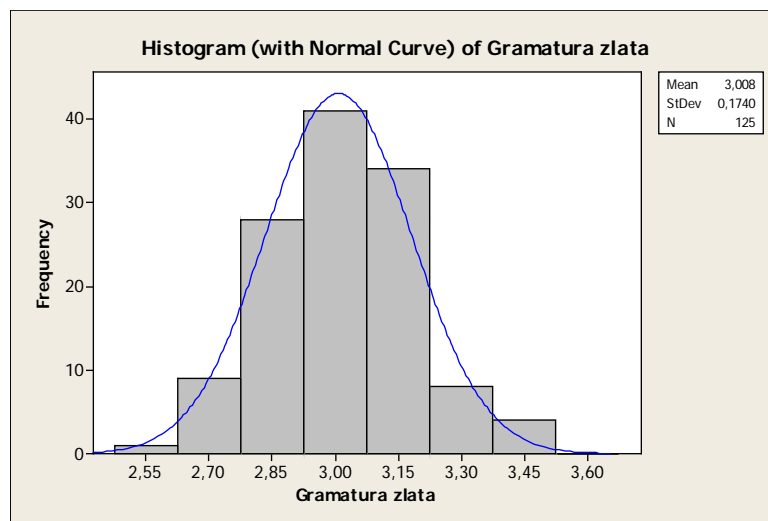
Iz tablice je vidljivo da koeficijent od 0,687 spada u umjerenu povezanost između debljine aluminijske i ukupne debljine nakon kaširanja. Ovaj rezultat nam pokazuje da postoje odstupanja



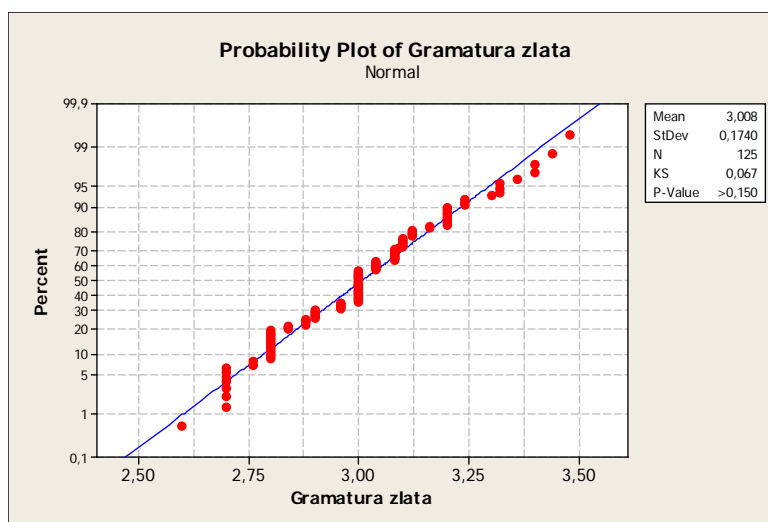
ne samo u debljini aluminijske folije nego i u nanosima laka i ljepljivosti te u samoj pp-foliji. Iz iskustva se zna da pp-folija u debljini varira 5-10%. Isto toliko i nanos laka što će pokazati u sljedećoj točki.

## 4.4. Gramatura zlata (lak)

Za gramaturu laka, u ovom slučaju zlatne boje odgovoran je Omial. Lak se nanosi u lakirnicama koje se nalaze na proizvodnoj liniji.



Dijagram 4.6 Histogram gramature zlata



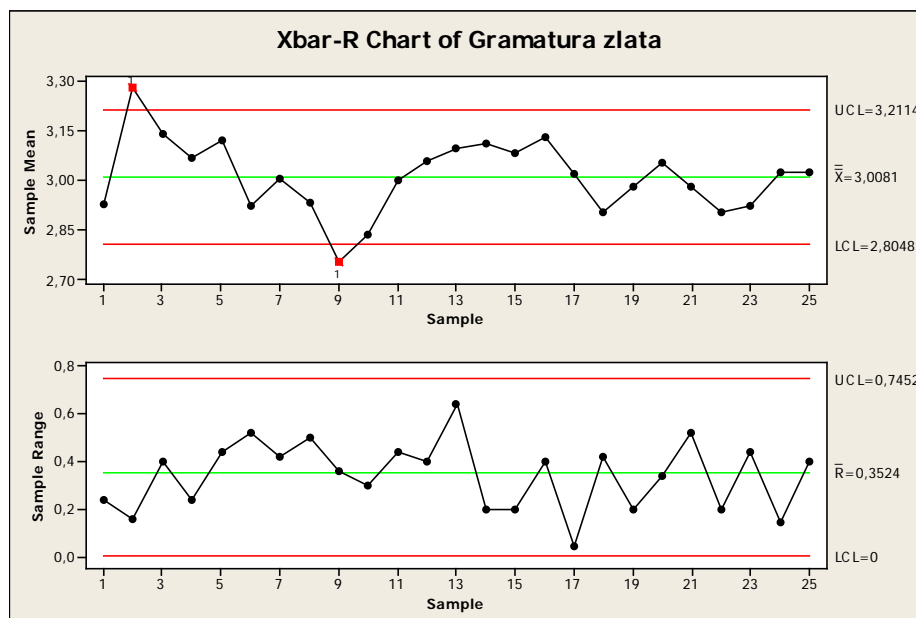
Dijagram 4.7 Papir vjerojatnosti za gramaturu zlata

| Variable                               | N   | N* | Mean   | SE Mean | StDev  | Minimum | Median | Maximum |
|--|-----|----|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| Gramatura zlata<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 125 | 0  | 3,0081 | 0,0156  | 0,1740 | 2,6     | 3      | 3,48    |

Tablica 4.4 Statistički parametri gramature zlata

Papir vjerojatnosti za gramaturu zlata (dijagram 4.7) nam pokazuje da se podaci iz proces ponašaju po normalnoj razdiobi. Aritmetička sredina je 3 što se može vidjeti i u dijagramu 4.6, a iz specifikacija proizvoda znamo da je ciljana vrijednost 2,7 što nam pokazuje značajno odstupanje.

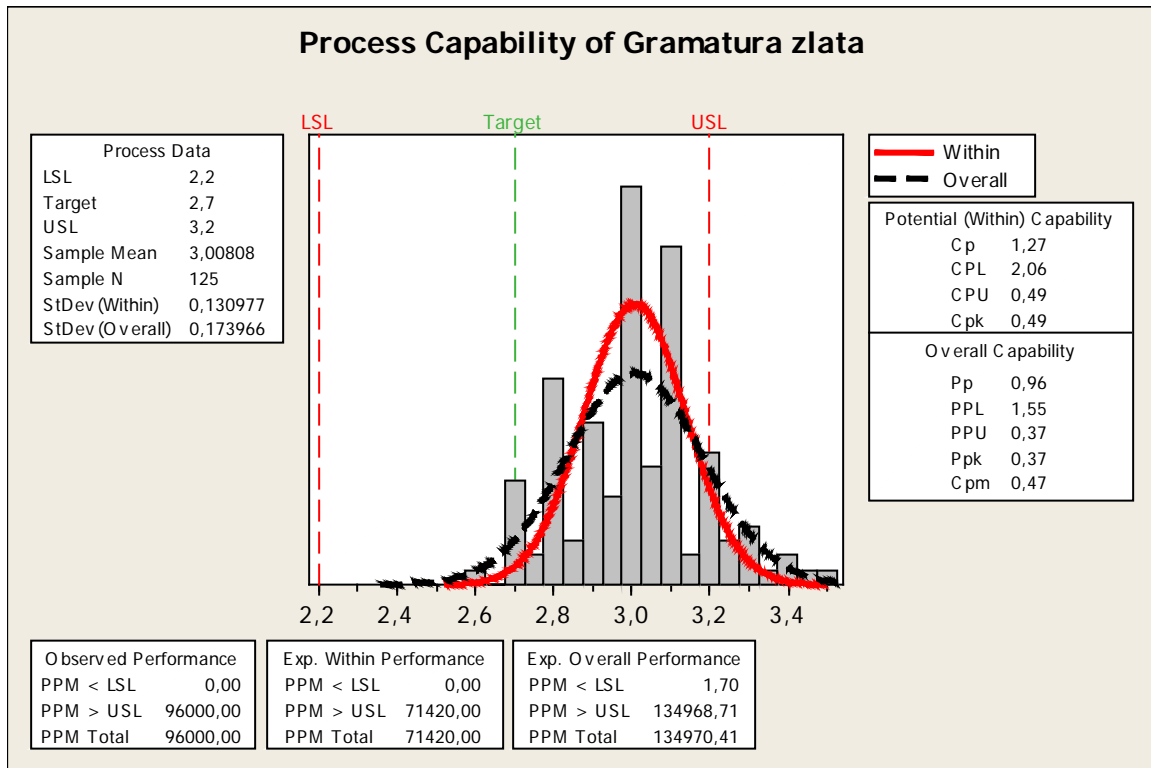
#### 4.4.1. $\bar{x}$ -R kontrolna karta



Dijagram 4.8  $\bar{x}$ -R kontrolna karta za gramaturu zlata

Iz kontrolne karte se može vidjeti da grupa podataka 2 i 9 izlaze van granica i možemo zaključiti da ovaj proces nije pod kontrolom.

#### 4.4.2. Sposobnost procesa i $\sigma$ - razina kvalitete



Dijagram 4.9 Sposobnost procesa gramature zlata

$$p = 0,5 - \text{DPMO} / 1000000$$

$$\text{DPMO} = \text{PPM (observed performance)}$$

$$p = 0,404; z = 1,304$$

$$\text{Sigma razina} = z + 1,5$$

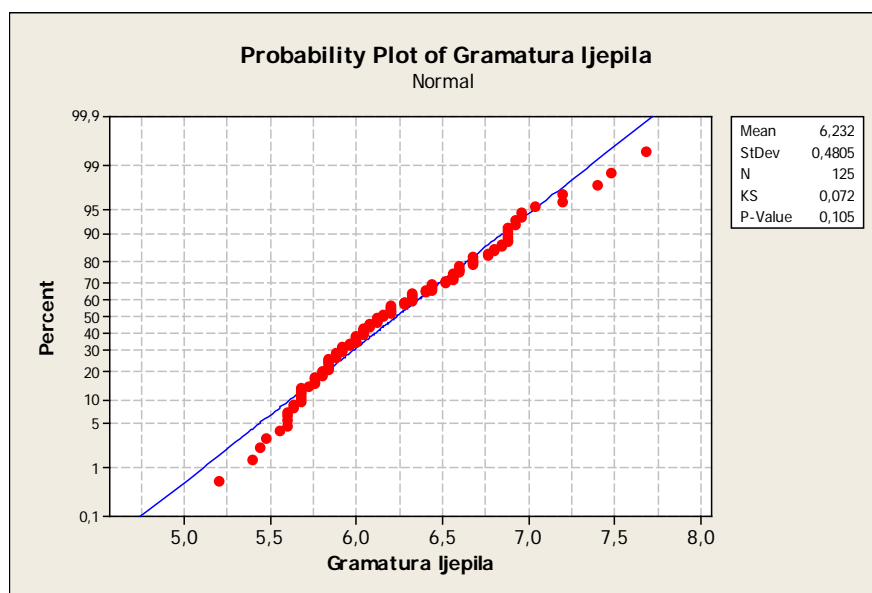
$$\text{Sigma razina} = 2,8$$

Iako  $C_p = 1,27$  i veći je od 1 za proces se ne može reći da je sposoban jer pouzdana procjena sposobnosti procesa može se donijeti samo temeljem praćenja procesa primjenom odgovarajuće kontrolne karte i nakon dovođenja procesa u stanje statističke kontrole (stanje “pod kontrolom”), a process nije pod kontrolom što se vidi u dijagramu 4.8. Sigma razina je

relativno mala zbog velikog broja podataka van granica tolerancije koje su propisane u specifikaciji proizvoda. Također se u dijagramu 4.9 može primijetiti da je razdioba centrirana prema gornjoj granici.

## 4.5. Gramatura ljepila

Za gramaturu ljepila na kaširanom aluminiju odgovoran je Omial. Na slici 4.10 prikazan je primjer papira vjerojatnosti za gramaturu ljepila.



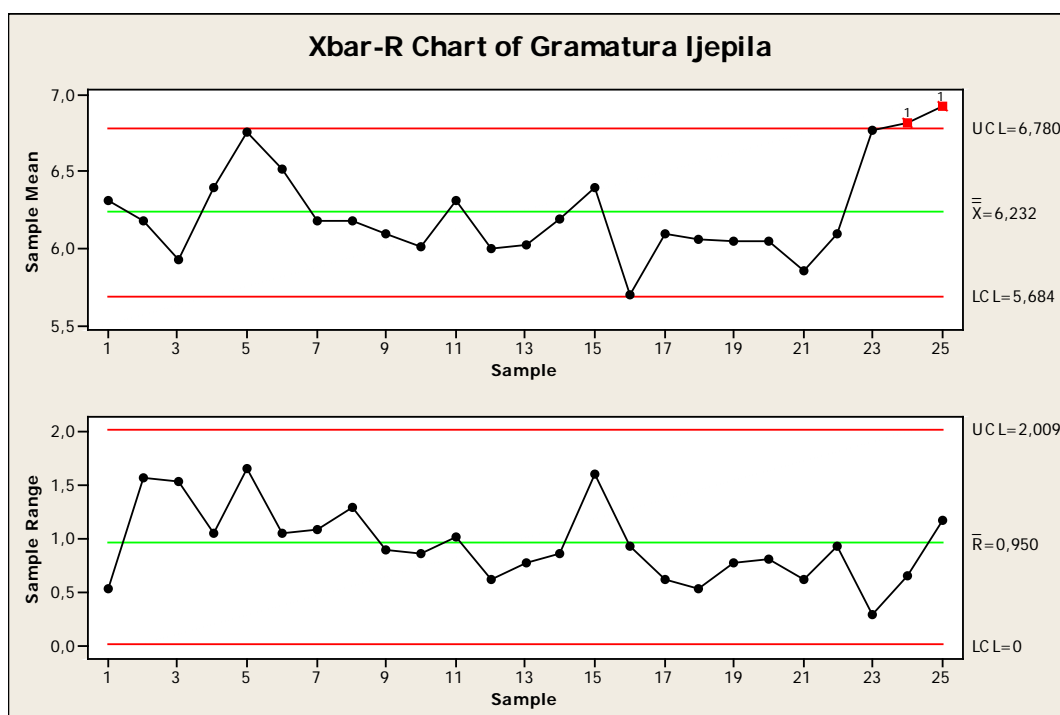
Dijagram 4.10 Papir vjerojatnosti za gramaturu ljepila

| Variable                                 | N   | N* | Mean   | SE Mean | StDev  | Minimum | Median | Maximum |
|--|-----|----|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| Gramatura ljepila<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 125 | 0  | 6,2323 | 0,0430  | 0,4805 | 5,2     | 6,16   | 7,68    |

Tablica 4.5 Statistički parametri gramature ljepila

Podaci gramature ljepljivosti se ponašaju prema normalnoj razdiobi što se može vidjeti iz dijagrama 4.10. Aritmetička sredina se nalazi na 6,23 što je manje od ciljane vrijednosti od 6,5. Također se iz tablice 4.5 može vidjeti da je standardno odstupanje 0,48 što je puno za ove veličine i pokazuje veliko rasipanje podataka.

#### 4.5.1. $\bar{x}$ -R kontrolna karta

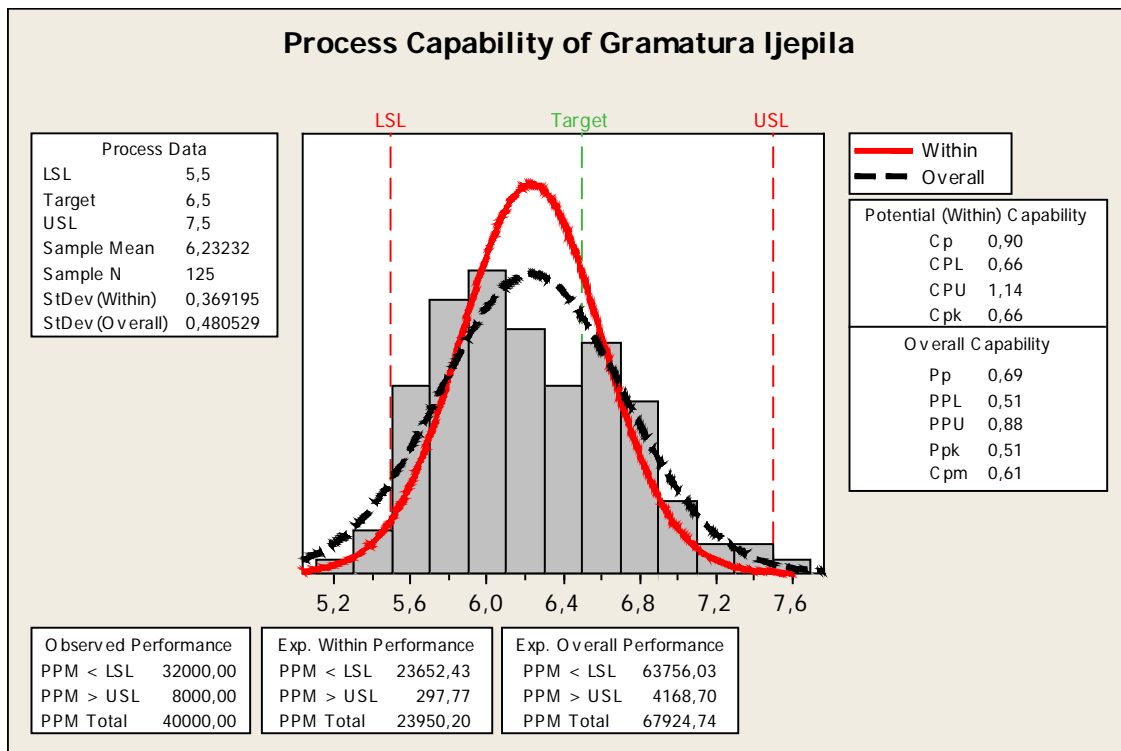


Dijagram 4.11  $\bar{x}$ -R kontrolna karta za gramaturu ljepljivosti

Iz kontrolne karte (dijagram 4.11) se može vidjeti da grupa podataka 24 i 25 izlaze van granica i možemo zaključiti da ovaj proces nije pod kontrolom. Grupe podataka 5 i 23 su na samoj gornjoj granici, a grupa 16 na donjoj. Možemo zaključiti da postoje velika varijacije u

rezultatima i potrebno je ispitati razlog toj pojavi. Također je potrebno ispitati nagli porast koji se dogodio na samom kraju (od 21 do 25 grupe).

#### 4.5.2. Sposobnost procesa i $\sigma$ - razina kvalitete



Dijagram 4.12 Sposobnost procesa gramature ljepila

$$p = 0,5 - \text{DPMO} / 1000000$$

$$\text{DPMO} = \text{PPM (observed performance)}$$

$$p = 0,46; z = 1,75$$

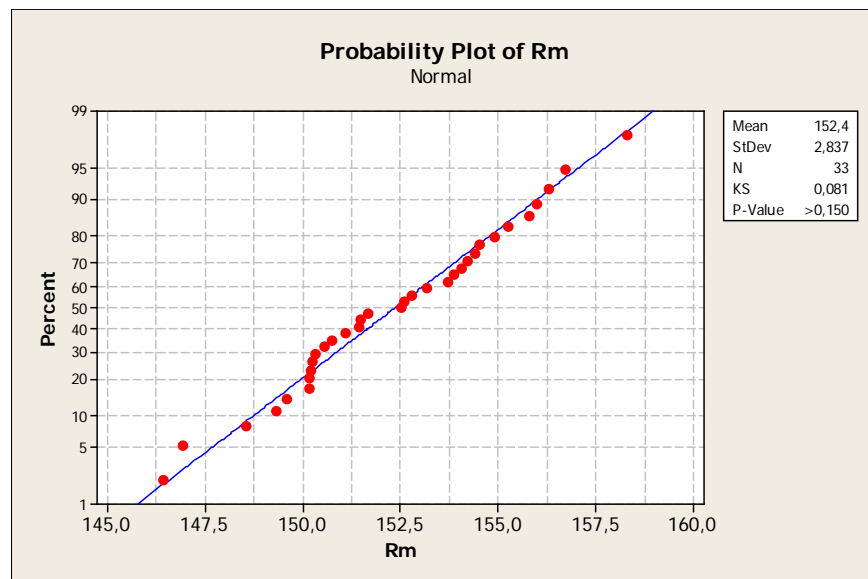
$$\text{Sigma razina} = z + 1,5$$

$$\text{Sigma razina} = 3,25$$

Proces nije sposoban jer je  $C_p$  manji od jedan. Za razliku od gramature zlata ovaj proces je bolje centriran (ima veći  $C_{pk}$ ).

## 4.6. Vlačna čvrstoća, $R_m$

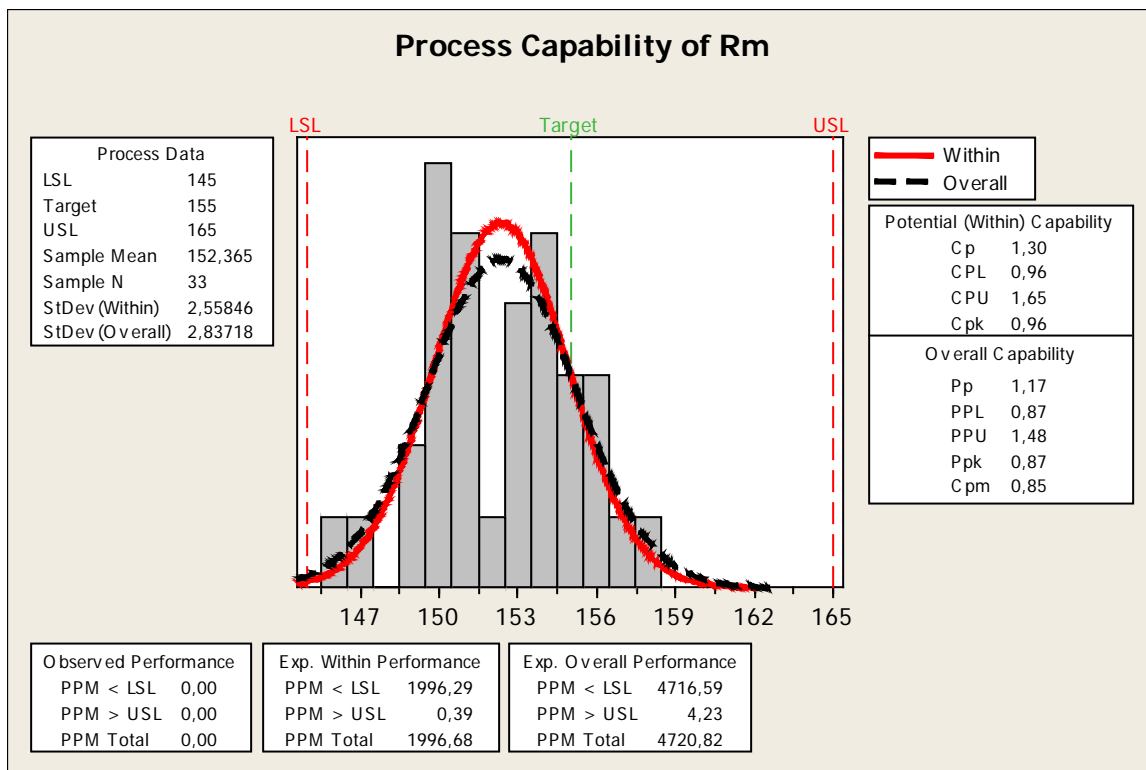
Vlačna čvrstoća je karakteristika aluminija i na nju ne utječe Omial. Na slici 4.13 prikazan je primjer papira vjerojatnosti za vlačnu čvrstoću.



Dijagram 4.13 Papir vjerojatnosti za vlačnu čvrstoću

| Variable                   | N  | N* | Mean   | SE Mean | StDev | Minimum | Median | Maximum |
|----------------------------|----|----|--------|---------|-------|---------|--------|---------|
| $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 33 | 0  | 152,37 | 0,494   | 2,84  | 146,45  | 152,52 | 158,30  |

Tablica 4.6 Statistički parametri vlačne čvrstoće



Dijagram 4.14 Histogram vlačne čvrstoće

Po ovim podacima vlačna čvrstoća je unutar granica i nema nesukladnih rezultata. Međutim za vlačnu čvrstoću imamo najmanje izmjerenih podataka i vjeruje se certifikatu iz TLM-a.



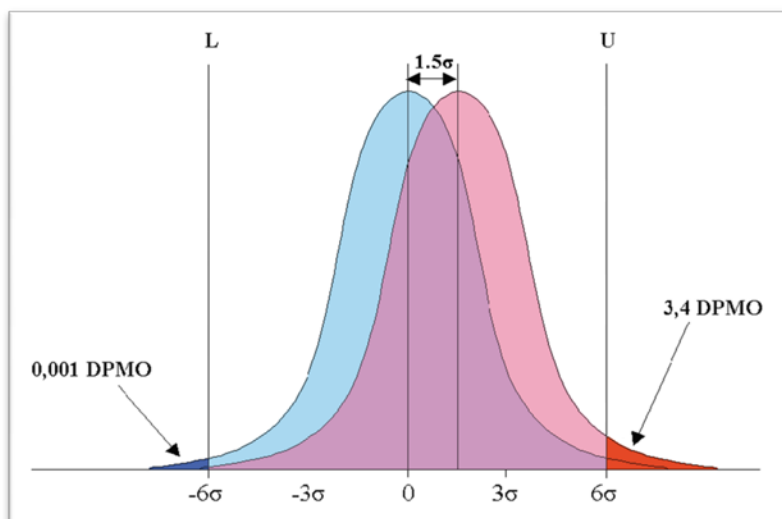
## 5. Ukratko o 6 $\sigma$ metodologiji

Sigma ( $\sigma$ ) je slovo grčkog alfabeta koje se u statistici koristi kao standardna oznaka za udaljenost statističke sredine i točke infleksije krivulje normalne distribucije promatranih statistički relevantnih pojava na horizontalnoj osi koordinatnog sustava. U statističkoj se terminologiji ta udaljenost naziva standardnom devijacijom.

**Šest sigma** koncept prvotno je razvijen da poboljša proizvodni proces i eliminira nedostatke, ali njegova je primjena naknadno također implementirana u ostale poslovne procese. U metodi Šest sigma nedostatak je definiran kao sve što će dovesti do nezadovoljstva kupca.

Najčešća statistička definicija programa Šest sigma glasi:

Šest sigma znači 99,9996 % uspješnosti. Ova razina uspješnosti (savršenstva) je ekvivalentna pojavi 3,4 greške na milijun mogućnosti (DPMO – defects per million opportunities).



Slika 5.1 Šest sigma – pomak 1,5  $\sigma$

Šest sigma je zapravo takav način vođenja poduzeća koji stavlja kupca na prvo mjesto koristeći sve moguće podatke da bi se na kraju postigao što bolji rezultat.

Šest sigma se usredotočuje na sljedeća četiri područja:

1. Poboljšanje zadovoljstva kupca
2. Smanjenje ciklusa vremena
3. Smanjenje pogreški proizvoda
4. Sniženje troškova loše kvalitete

Prvi put uvedena 1987. godine u Motoroli, *Šest sigma* postala je jedna od najpoznatijih metoda poboljšavanja kvalitete. Prema Motorolinim podacima, *Šest sigma* tvrtki je uštedjela 17 milijardi USD do 2006. godine.

Metodologija Šest sigma polazi od nekoliko osnovnih pretpostavki, a to su:

- da je kontinuirano nastojanje za ostvarivanjem stabilnih i predvidivih rezultata, odnosno za smanjivanjem varijabilnosti poslovnih procesa od presudne važnosti za ostvarivanje uspješnog poslovanja poduzeća,
- da proizvodni i, općenitije, poslovni procesi imaju određene karakteristike koje je moguće mjeriti, analizirati, unapređivati i kontrolirati,
- da valja stvoriti konsenzus (suglasje) i razviti svijest o potrebi kontinuiranog unapređivanja kvalitete poslovnih procesa na razini čitave tvrtke te osigurati snažnu podršku vrhovnog menadžmenta poduzimanju svih aktivnosti potrebnih za ostvarivanje takvih ciljeva.

Metodologija Šest sigma, u usporedbi s ranijim shvaćanjima uloge upravljanja kvalitetom poslovnih procesa, insistira na sljedećim načelima:

- Valja se jasno fokusirati na ostvarivanje mjerljivih i kvantitativno precizno odredivih pozitivnih financijskih učinaka svakog Six Sigma projekta.
- Naglasak treba biti na snažnoj podršci menadžmenta i njegove odanosti ideji da je kvaliteta poslovnih procesa temeljni preduvjet uspješnosti poslovanja tvrtke.
- U poduzeću treba biti stvorena posebna infrastruktura eksperata za upravljanje kvalitetom poslovnih procesa koji će voditi i implementirati Six Sigma pristup.
- Svaka donijeta odluka mora se temeljiti na podacima koje je moguće provjeriti i verificirati, a ne na pretpostavkama, nagađanjima i spekulacijama bilo koje vrste.

Šest sigma kao filozofija koristi metodologiju koja se temelji na Demingovom krugu kvalitete (slika 5.2 ) te predstavlja prikaz aktivnosti kontrole kvalitete i stalnog poboljšanja.



Slika 5.2 Deming-ov krug kvalitete

**Planiranje** – Napraviti plan pomoću kojeg će se poboljšati postojeći proces koji predstavlja izvor problema, prepoznati problem kupca, postaviti ciljeve itd.

**Učini** – Skupiti informacije, analizirati i napraviti promjenu koju smo planirali.

**Provjeri** – Provjera uvedene promjene u proces i kakve ima utjecaje na njega.

**Djeluj** – Ako se prethodni korak učini dobrim kreće se u primjenu plana za cijeli proces. Uvesti promjene u svakidašnjeg rada i obavijestiti sve koje se nalaze u tom procesu.

| Širina zahtjeva<br>U - L | Vjerojatnost<br>% | DPMO    |
|--------------------------|-------------------|---------|
| $\pm 1\sigma$            | 30,23             | 697 700 |
| $\pm 2\sigma$            | 69,13             | 308 700 |
| $\pm 3\sigma$            | 93,32             | 66 810  |
| $\pm 4\sigma$            | 99,3790           | 6 210   |
| $\pm 5\sigma$            | 99,976 70         | 233     |
| $\pm 6\sigma$            | 99,999 660        | 3,4     |

Tablica 5.1 Vjerojatnost i DPMO uz pomak od 1,5 $\sigma$

Dvije su glavne metode koje u zajedništvu tvore metodologiju Šest sigma:

- DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control)
- DMADV (Define-Measure-Analyze-Design-Verify)

Prva od navedenih metoda – DMAIC – koristit će se za unapređenje postojećih poslovnih procesa, odnosno za upravljanje njihovom kvalitetom. Realizirat će se kroz sljedećih pet koraka:

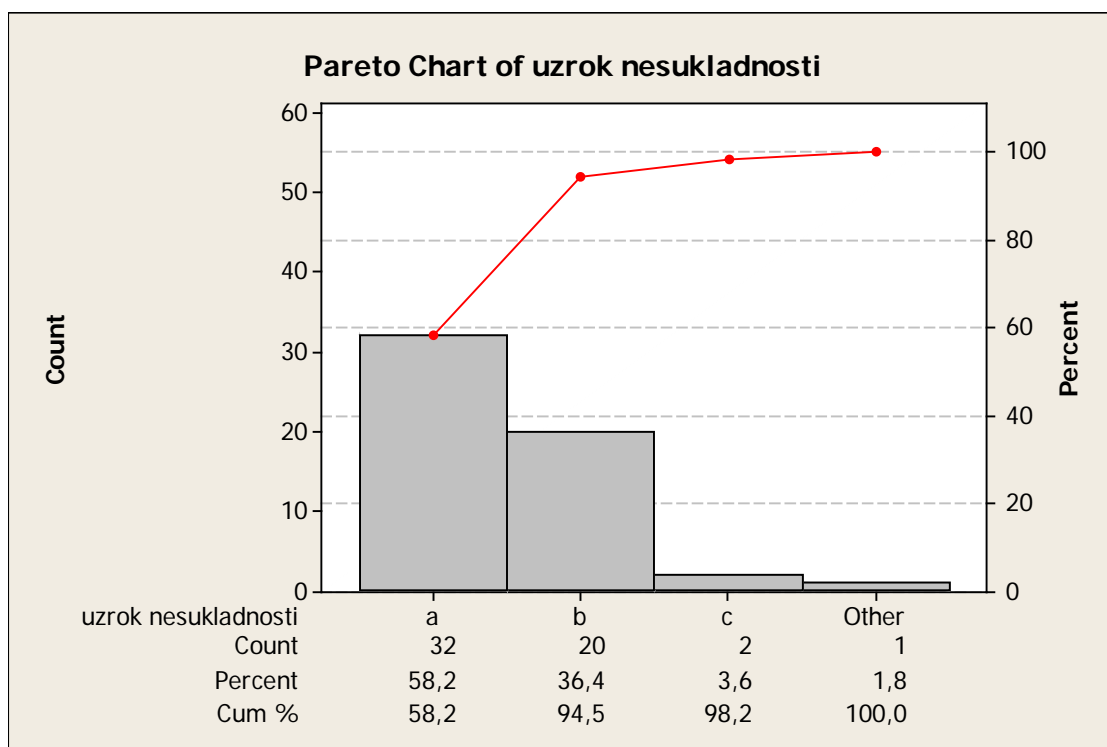
1. Definiranje (Define) postojećih procesa i ciljeva projekta upravljanja kvalitetom tih procesa visoke razine.
2. Mjerenje (Measure) ključnih aspekata postojećih procesa i prikupljanje potrebnih, odnosno relevantnih podataka.
3. Analiziranje (Analyze) podataka kako bi se utvrdili odnosi između uzroka i posljedica, tj. kako bi se utvrdilo što su uzroci defektima u postojećim poslovnim procesima. Pritom valja osigurati (ili barem nastojati osigurati) obuhvaćanje svih čimbenika od utjecaja na odnose uzroka i posljedica.
4. Unapređenje (Improve) ili optimiziranje procesa zasnovano na izvršenoj analizi prikupljenih podataka.
5. Kontrola (Control) kojom će se nastojati osigurati da svako odstupanje od zacrtanog cilja bude otklonjeno ili ispravljeno prije no što ono rezultira defektima.

Druga metoda – DMADV – bit će primijenjena prilikom pokretanja novih procesa ili razvoja novih proizvoda. Provođat će se također kroz pet koraka, ali ovoga puta sljedećih:

1. Definiranje (Define) ciljeva pokretanja novih procesa ili razvoja novih proizvoda sukladnih potražnji klijenata i strategiji poslovanja tvrtke.
2. Mjerenje (Measure) karakteristika procesa koje su od kritičnog utjecaja na njihovu kvalitetu te rizika kojima su procesi izloženi.
3. Analiziranje (Analyze) mogućih opcija oblikovanja novih procesa ili proizvoda kako bi se utvrdilo koja je od njih najpovoljnija sa stajališta ostvarivanja zacrtanih ciljeva.
4. Detaljno oblikovanje (Design) procesa ili proizvoda, optimizacija njihova dizajna i izrada plana implementacije odabranog dizajna.
5. Verificiranje (Verify) dizajna, iniciranje pilot-projekata, implementacija novih poslovnih procesa i njihovo prepuštanje stvarnim vlasnicima procesa.

## 6. Plan realizacije Šest sigma strategije i metodologije u Omial-u

### 6.1. Analiza reklamacija

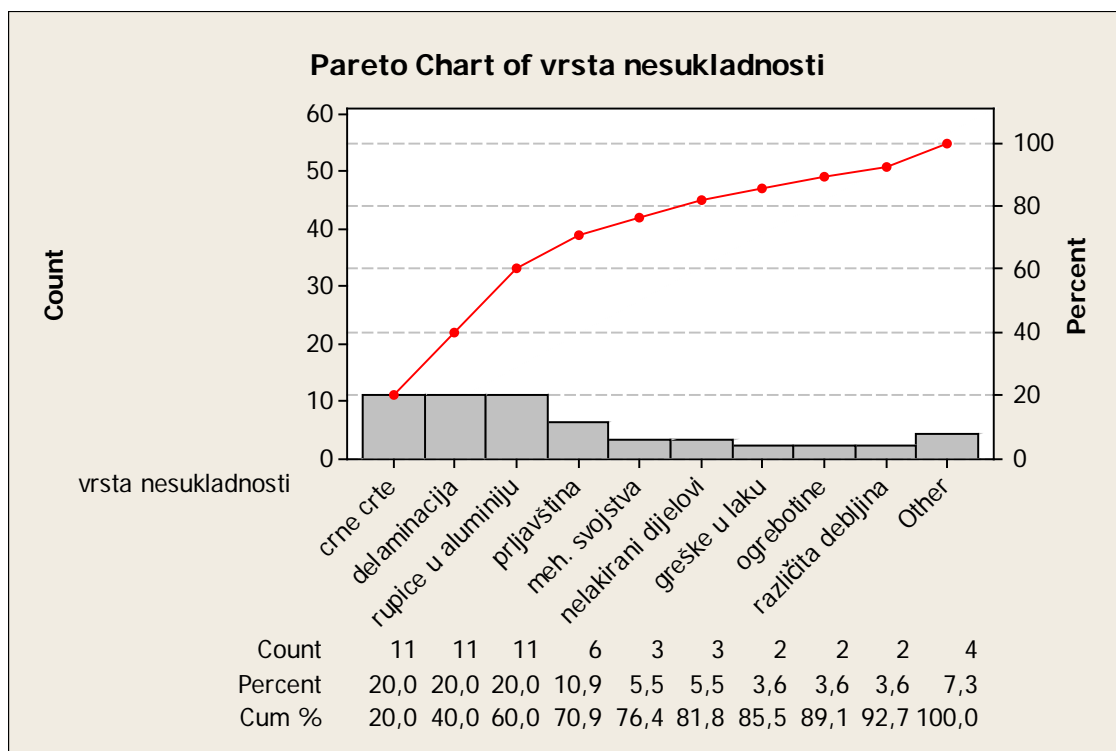


Dijagram 6.1 Pareto analiza uzroka nesukladnosti

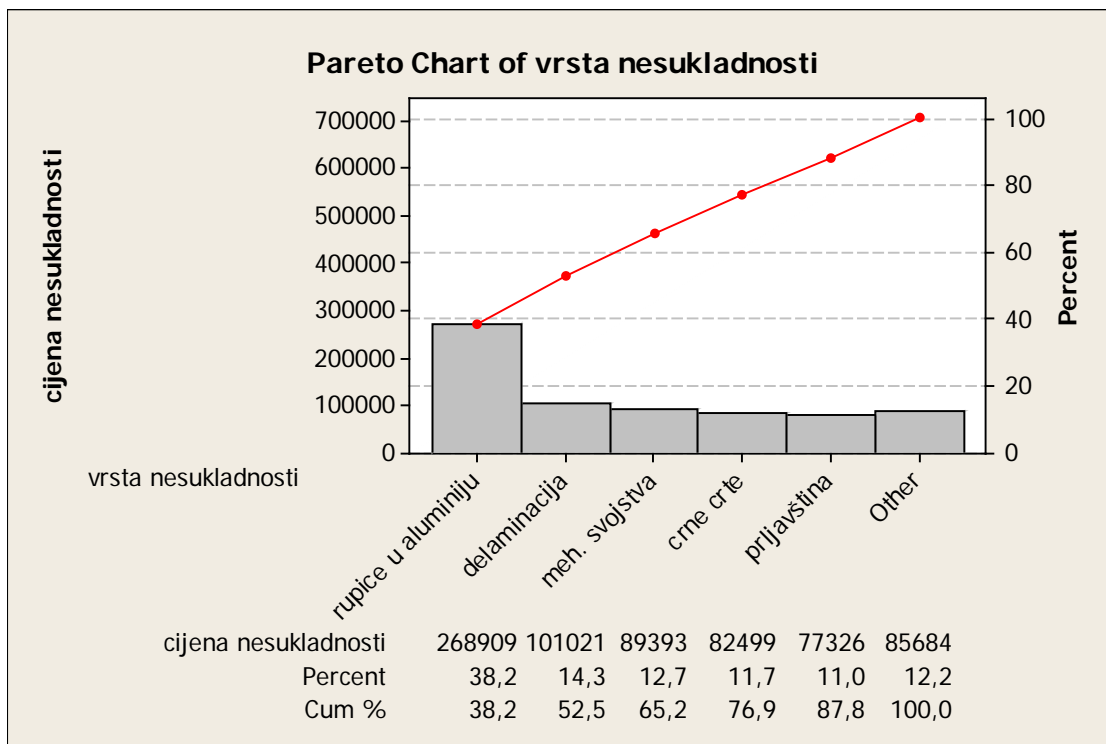
a – dobavljač aluminijske (TLM)

b – tehnologija (Omial Novi)

c – dobavljač pp-folije



Dijagram 6.2 Pareto analiza vrste nesukladnosti



Dijagram 6.3 Pareto analiza vrste nesukladnosti i cijene nesukladnosti

Iz grafa se može vidjeti da najviše reklamacija dolazi zbog dobavljača aluminijske (TLM) čašice 32 što čini 58,2 posto od ukupnih reklamacija. Što se tiče vrsta nesukladnosti iz grafa se može vidjeti da najviše ima reklamacija zbog crnih crta ( 11; 20%), delaminacije (11; 20%) i rupica u aluminiju (11, 20%). Jedino je delaminacija uzrokovana tehnologijom odnosno Omial-om dok je ostalo TLM-om. Sljedeći Pareto graf nam pokazuje udio cijene reklamacije i raspored je sličan kao i kod grafa poviše. Rupice u aluminiju su Omial koštale 268 909 kn što je 38,2 % od ukupne cijene reklamiranih proizvoda. Slijedi delaminacija sa 14,3 %, meh. svojstva sa 12,7 %, te crne crte s 11,7 % udjela cijene reklamirane robe.

Na kraju se može zaključiti da je dobavljača aluminijske (TLM) Omial-u glavni uzrok reklamacija, a time i glavni krivac za visoke troškove prilikom reklamacije i vraćanja proizvoda.

## 6.2. Plan realizacije

Analizirajući reklamacije i parametre procesa pokušat ću predložiti neke rješenja koje bi trebale unaprijediti proizvodnju, smanjiti broj reklamacija, povećati razinu kvalitete proizvodnje.

Plan realizacije:

- Stroža ulazna kontrola
- Izobrazba kadra
- Gradnja skladišta za lakove, otapala i ljepila

### **6.2.1. Ulazna kontrola**

Iako Omial ima propisanu ulaznu kontrolu iz analize reklamacija može se primijetiti da čak 58 posto svih reklamacija dolazi zbog dobavljača aluminijske traci. Uz dodatnu analizu nesukladnosti trebalo bi postrožiti ulaznu kontrolu na način da se češće mjere neka svojstva ili uvesti mjerenje nekih novih svojstava koja utječu na nesukladnosti. Do sada se u većini slučajeva koristila samo vizualna metoda i vjerovalo se certifikatima dobavljača. Također se predlaže i dodatni razgovori s dobavljačem u svrhu pronalaska i rješenja ovog problema. Trebalo bi se pokušati utjecati na njihovu strožu kontrolu i davanje više podataka o proizvodu, a ne samo npr. aritmetičke sredine.

### **6.2.2. Izobrazba kadra**

Šest sigma je projektno orijentirana metoda sa kontinuiranim trajanjem u kojoj se cijeli proces izobrazbe zaposlenika u poduzeću za Šest sigma pojaseve odvija po točno unaprijed definiranom planu aktivnosti.

S obzirom na broj i strukturu zaposlenih predlaže se da se na izobrazbu uputi 7 zaposlenika od kojih bi se trebalo pet educirati za zeleni pojas, a dva za crni pojas. Kandidati bi bili predloženi iz raznih dijelova poduzeća od top menadžmenta do radnika na liniji.

Prije izobrazbe potrebno je da se svi zaposlenici koji su uključeni u projekt upoznaju sa Šest sigma metodologijom pohađajući jednodnevni seminar o Šest sigmi. Također se preporučuje da zaposlenici (uključeni u projekt i oni u laboratoriju) prođu trodnevnu obuku o Microsoft Office-u (Word, Excel, Visio,...) te o Minitabu ili Statistici jer svi polaznici moraju poznavati osnove rada na računalu.

Ukupno bi cijeli projekt trajao 8 - 12 mjeseci ovisno o vrsti pojasa.



Projekt bi se sastojao od:

- Izobrazba – Trening
- Pilot projekti
- Osvrt na projekte
- Implementacija projekata
- Ispit – obrana projekta
- Ocjena uspješnosti izobrazbe

Cijeli projekt vode članovi projektnog tima koji su zaposlenici poduzeća i vanjski suradnici koji drže izobrazbu te daju svoje stručne osvrte i ocjenu uspješnosti.

Izobrazba za zeleni pojas traje 2x4 dana. Polaznici će naučiti kako integrirati principe poslovanja, statistike i inženjeringa za postizanje opipljivih rezultata.

Glavne teme izobrazbe:

- Osnovna statistika
- Studije slučaja (case studies)
- Analiza troškova
- DMAIC
- Financijske implikacije
- Sposobnosti procesa
- Analizu uzroka
- Ispit za Six Sigma zeleni pojasa
- Proces i ciljevi Six Sigma
- Statistička kontrola procesa

Što će se naučiti:

- Dizajn i programiranje Six Sigma projekata
- Određivanje sposobnosti procesa
- DMAIC proces
- Izvođenje osnovne statističke analize na mjerenom procesu
- Uzorkovanje
- Six Sigma implementacija u organizaciji
- Six Sigma filozofiju

### Sadržaj izobrazbe:

- o Six Sigma Filozofija
- o Organizacija
- o Struktura
- o Pristup
- o DMAIC
- o Six Sigma projekti
  - Varijacije
  - Histogrami
  - Statistička kontrola procesa
- o Varijable
- o Atributi
  - Sposobnosti procesa
- o Dijagramima toka
- o DPMO
- o Sigma razine
- o Scatter dijagrami
- o Ishikawa Dijagrami
- o Pokrića
- o Šest Sigma i organizacijski ciljevi
  - Vrijednost Six Sigma
- o - Organizacijski čimbenici koji utječu na Six Sigma
- o Pareto analiza
- o Indeksi
  - Analizu uzroka
- o Studije slučaja

Izobrazba za crni pojas sastoji se od izobrazbe za zeleni pojas (2x4 dana) i još dodatna 2x4 dana. Polaznici će naučiti napredne vještine rješavanja problema uz provođenje načela, tehnike i prakse Six Sigme kako bi se povećala učinkovitost i smanjenje troškova u organizaciji.

### Glavne teme izobrazbe:

- Upravljanje poslovnim procesima
- Primjena računala
- Planiranje eksperimenata (DOE)
- Dizajn za Six Sigma (DFSS)
- DMAIC
- Lean poduzeće
- Projektni menadžment
- Regresijsko i korelacijsko modeliranje
- Statističke metode i uzorkovanje
- Statistička kontrola procesa

Što će se naučiti:

- Analiziranje podataka procesa pomoću sveobuhvatne statističke metode
- Kontrola procesa kako bi osiguralo da su poboljšanja u dobrobiti organizacije
- Definiranje prilike za poboljšanje zadovoljstva kupaca
- Provesti preporučena poboljšanja
- Poboljšati postojeće procese smanjenjem varijacije
- Mjerenje karakterističnih procesa koji su kritični za kvalitetu

Sadržaj izobrazbe:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| o Uvod                                      | o Pouzdanost                       |
| o Projekti                                  | o Sposobnosti procesa              |
| o Uvod u statistiku                         | o Scatter dijagrami                |
| o Povjerenje i intervali povjerenja         | o Ispitivanja hipoteze             |
| - Sredstva                                  | - Sredstva                         |
| - Standardne devijacije                     | - Standardne devijacije            |
| - Proporcije                                | - Proporcije                       |
| o Prihvaćanje uzorkovanja                   | o Sustava analize mjerenja         |
| o Vjerojatnost i distribucija vjerojatnosti | o Dizajn pokusa                    |
| - Definicije                                | - Koncepti                         |
| - Pravila                                   | - ANOVA                            |
| - Hipergeometrijska                         | - Faktorska                        |
| - Binomna                                   | o Statističke kontrole kvalitete i |
| - Poissonova                                | sposobnosti procesa                |
| - Normalna                                  | - Varijable                        |
| - Ekspencijalna                             | - Atributi                         |
| - Hi kvadrat                                | o Regresija i korelacija           |
| - F   | - Linearni                         |
| - Studentova t                              | - Krivolinijska                    |
|   | - Multivarijatna                   |
| o Six Sigma Filozofija i struktura          | o Timski rad                       |
| o Project Management                        | o Troškovi kvalitete               |
| o FMEA                                      | o Ispit                            |

### **6.2.3. Gradnja skladišta za lakove, otapala i ljepila**

Analizirajući parametre procesa za gramaturu laka (zlata) i ljepila možemo zaključiti da oba procesa nisu pod kontrolom, a time ni sposobna. Također je velik broj podataka van granica specifikacija. Međutim u analizi reklamacija se može vidjeti da gotovo nema nikakvih reklamacija zbog ova dva parametra. Jedan od razloga je zlatni lak, kojem je uvijek ista nijansa boje neovisno o gramaturi laka. Kod drugih boja laka može doći do problema gdje se zahtjeva određena nijansa. Osim gramature problem je i u nelakiranim dijelovima aluminijske. Do njih dođe zbog previše otapala u laku. Koncentracija otapala ovisi o klimatskim uvjetima (temperaturi, vlažnosti,...). U Omial-u postoji skladište za zapaljive materijale (lakove, otapala,...) međutim kapacitet je popunjen i određena količina materijala je uskladištena na drugim mjestima u kojima ne vladaju kontrolirani uvjeti koji su potrebni za skladištenje ovakvih materijala. Zbog toga se preporučuje izgradnja još jednog skladišta za zapaljive materijale u kvadraturi koja bi mogla zadovoljiti sadašnje ali i buduće kapacitete. Takva investicija bi koštala cca. 100 – 150 tisuća eura.

## 7. Procjena efekata predloženog plana

Vrlo je nezahvalno procjenjivati efekte pogotovo u ovom trenutku planiranja. Sada je sigma razina proizvodnje proizvodne linije otprilike 3 sigma što bi nakon poduzimanja određenih mjera iz plana (izobrazba i gradnja skladišta) trebalo porasti bar do 4 sigma što bi značilo za 10 puta smanjenje nesukladnih komada u proizvodnji, a time i na broj reklamacija.

Glavni problem je ipak u dobavljaču aluminijske (TLM) i neće se moći riješiti samo postroženom ulaznom kontrolom zbog toga što se još točno ne zna uzrok nesukladnosti. Pretpostavlja se da je zbog nečistoća u samoj kemijskoj strukturi aluminijske za koju nije odgovoran ni TLM već njegov dobavljač. Međutim radi se na poboljšanju postrojenja za proizvodnju aluminijske i predviđa se daljnje padanje broja reklamacija.

Izobrazba kadrova će osim povećanja razine pomoći i pri dovođenju procesa pod kontrolu, te poboljšanje sposobnosti procesa. Ovisno o uspješnosti izobrazbe planirat će se sljedeća, jer se Šest sigma je kontinuiran proces poboljšavanja koji nikad ne staje ukoliko poduzeće želi biti konkurentno.

Prije izgradnje samog skladišta potrebna je procjena efekata izgradnje dodatnog skladišta jer se radi o većoj investiciji. Sigurno je da bi se kontrolom uvjeta u kojima se skladište lakovi i otapala doprinijelo poboljšanju razine kvalitete, a u kojoj mjeri je pitanje nekog ozbiljnog elaborata.

## 8. Zaključak

Omial Novi d.o.o je respektabilno poduzeća s velikim brojem različitih kupaca. Za sada nemaju veliku konkurenciju na ovom prostoru Europe međutim ulaskom Hrvatske u EU Omial Novi mora povećati svoju konkurentnost, a jedan od načina je implementacija Šest Sigma metodologije u samo poduzeće i to od vrha prema dolje jer nema drugog načina. Naravno, Šest Sigma je kontinuiran proces koji nikad ne prestaje i zbog toga je potrebna velika volja i želja visokih pozicija u poduzeću da se ova ideja ostvari. Analizom se moglo primijetiti da Omial Novi nije odgovoran u većini slučajeva za svoje reklamacije međutim te reklamacije njemu zadaju najveću štetu, ne samo financijski već i marketinški što u budućnosti može dovesti do gubitka kupca. U današnje vrijeme kvaliteta je ključ za uspjeh bilo koje suvremene industrije i zbog toga se potrebno usredotočiti na želje i potrebe kupca. Šest Sigma kao strategija upravljanja u tome zasigurno pomaže. Prednosti Šest Sige osim stavljanja kupca na prvo mjesto su i orijentacija na varijacije i uklanjanje nesukladnosti što uvelike smanjuje troškove loše kvalitete i reklamacija. U ovom radu su se samo predložile neke od mjera koje bi poboljšale kvalitetu poslovanja poduzeća, a za neke konkretne radnje je potrebno puno više vremena, znanja i ispitivanja što će možda biti tema u nekim drugim radovima.

## 9. Literatura

- [1] Grupa autora, *Inženjerski priručnik IPI*, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- [2] Šakić N. ; Bilješke sa predavanja iz kolegija Inženjerska statistika;  
Fakultete strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2009
- [3] Internetska stranica; [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [4] Internetska stranica; [www.iienet2.org](http://www.iienet2.org)
- [5] Runje B. ; Bilješke sa predavanja iz kolegija Kontrola kvalitete;  
Fakultete strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2010
- [6] Internetska stranica: [www.ifss.net](http://www.ifss.net)
- [7] Marica Stella-Mišić, *Priručnik kvalitete OMIAL-I*, Omiš, 2010.

## **10. Prilog**



| <b>Svitak</b> | <b>UD</b> | <b>Deb. Al</b> | <b>Rm</b> | <b>A</b> | <b>DI</b> | <b>Lak</b> | <b>Ljepilo</b> | <b>Klizavost</b> |
|---------------|-----------|----------------|-----------|----------|-----------|------------|----------------|------------------|
| 01068 A       | 0,116     | 0,079          | 155,81    | 16,28    | 6,05      | 2,76       | 6,08           | 14               |
| 01068 A       | 0,116     |                |           |          |           | 3          | 6,6            |                  |
| 01068 B       | 0,116     | 0,08           | 155,24    | 17,76    | 6,1       | 3,2        | 5,4            | 14               |
| 01068 B       | 0,117     |                |           |          |           | 3,36       | 6,96           |                  |
| 01069 A       | 0,116     | 0,08           | 154,41    | 16,89    | 6,05      | 3,08       | 5,44           | 14               |
| 01069 A       | 0,119     |                |           |          |           | 3,4        | 5,8            |                  |
| 01069 B       | 0,113     | 0,077          | 152,61    | 16,32    | 6,4       | 3          | 5,68           | 14               |
| 01069 B       | 0,116     | 0,08           |           |          |           | 3,08       | 6,92           |                  |
| 01043 A       | 0,116     | 0,079          | 154,05    | 16,34    | 6,1       | 3          | 5,88           | 14               |
| 01043 A       | 0,116     |                |           |          |           | 3,24       | 6,52           |                  |
| 01043 B       | 0,116     | 0,081          | 152,79    | 16,44    | 6,05      | 3          | 5,88           | 14               |
| 01043 B       | 0,118     | 0,082          |           |          |           | 3,24       | 7,68           |                  |
| 01039 A       | 0,117     | 0,083          | 153,18    | 17,79    | 6,25      | 2,8        | 6,32           | 14               |
| 01039 A       | 0,12      |                |           |          |           | 3,44       | 6,88           |                  |
| 01039 B       | 0,114     | 0,079          | 153,85    | 16,01    | 6         | 2,7        | 5,88           | 14               |
| 01039 B       | 0,117     | 0,08           |           |          |           | 2,88       | 6,92           |                  |
| 01035 A       | 0,115     | 0,08           | 148,56    | 15,77    | 6,2       | 3,04       | 5,68           | 14               |
| 01035 A       | 0,115     |                |           |          |           | 3,12       | 6,4            |                  |
| 01035 B       | 0,115     | 0,078          | 146,95    | 17,85    | 6,2       | 2,7        | 5,6            | 14               |
| 01035 B       | 0,116     | 0,08           |           |          |           | 3,08       | 6,2            |                  |
| 01042 A       | 0,115     | 0,082          | 150,73    | 16,95    | 6,25      | 2,8        | 6,32           | 14               |
| 01042 A       | 0,117     |                |           |          |           | 3,2        | 6,88           |                  |

|         |       |       |        |       |      |      |      |    |
|---------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|----|
| 01042 B | 0,115 | 0,079 | 151,09 | 17,28 | 6    | 2,6  | 5,56 | 14 |
| 01042 B | 0,117 | 0,081 |        |       |      | 2,96 | 6,44 |    |
| 01060 A | 0,115 | 0,082 | 149,61 | 18,43 | 6    | 2,7  | 5,68 | 14 |
| 01060 A | 0,118 |       |        |       |      | 3    | 6,52 |    |
| 01060 B | 0,115 | 0,079 | 150,56 | 17,6  | 6    | 2,8  | 5,84 | 14 |
| 01060 B | 0,115 | 0,08  |        |       |      | 3,24 | 6,84 |    |
| 01059 A | 0,117 | 0,079 | 154,21 | 19,23 | 6    | 2,8  | 5,6  | 14 |
| 01059 A | 0,117 |       |        |       |      | 3,2  | 6,2  |    |
| 01061 A | 0,114 | 0,082 | 150,31 | 17,56 | 5,9  | 2,88 | 5,68 | 14 |
| 01061 A | 0,118 |       |        |       | 6,3  | 3,08 | 6,2  |    |
| 01061 B | 0,114 | 0,077 | 151,49 | 17,41 | 5,5  | 2,9  | 5,68 | 14 |
| 01061 B | 0,116 | 0,08  |        |       | 7,25 | 3,08 | 6,44 |    |
| 01041 A | 0,117 | 0,082 | 154,89 | 17,07 | 6,2  | 2,96 | 5,76 | 14 |
| 01041 A | 0,117 |       |        |       |      | 3,24 | 6,04 |    |
| 01044 A | 0,115 | 0,08  | 154,51 | 18,46 | 5,75 | 2,8  | 5,48 | 14 |
| 01044 A | 0,117 |       |        |       | 6,3  | 3,32 | 6,04 |    |
| 01044 B | 0,114 | 0,077 | 150,2  | 18,67 | 5,5  | 2,8  | 5,76 | 14 |
| 01044 B | 0,115 | 0,078 |        |       | 7,2  | 3    | 6,88 |    |
| 01045 A | 0,115 | 0,078 | 153,72 | 15,98 | 7,1  | 2,76 | 6,6  | 14 |
| 01045 A | 0,116 |       |        |       |      | 3,2  | 6,88 |    |
| 01045 B | 0,116 | 0,079 | 151,69 | 19,08 | 6    | 3    | 6,56 | 14 |
| 01045 B | 0,118 | 0,081 |        |       |      | 3,2  | 7,2  |    |
| 01037 A | 0,117 | 0,081 | 150,15 | 18,46 | 5,55 | 2,8  | 6,32 | 14 |

|         |       |       |        |       |      |      |      |    |
|---------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|----|
| 01037 A | 0,118 |       |        |       | 6,05 | 3,2  | 6,84 |    |
| 01059 B | 0,117 | 0,082 | 150,16 | 19,5  | 5,95 | 3    | 5,68 | 14 |
| 01059 B | 0,122 | 0,084 |        |       | 6,5  | 3,2  | 6,2  |    |
| 01062 A | 0,113 | 0,084 | 156,29 | 18,91 | 6,05 | 2,84 | 5,92 | 14 |
| 01062 A | 0,119 |       |        |       |      | 3,48 | 6,44 |    |
| 01062 B | 0,113 | 0,078 | 150,25 | 17,54 | 5,7  | 2,84 | 5,88 | 14 |
| 01062 B | 0,117 | 0,081 |        |       | 6,75 | 3,2  | 6,68 |    |
| 01036 A | 0,114 | 0,08  | 152,52 | 18,11 | 6,25 | 3,08 | 5,84 | 14 |
| 01036 A | 0,116 |       |        |       |      | 3,2  | 7,2  |    |
| 01036 B | 0,114 | 0,08  | 146,45 | 18,89 | 6,25 | 3    | 5,6  | 14 |
| 01036 B | 0,115 | 0,082 |        |       |      | 3,12 | 7,2  |    |
| 01038 A | 0,115 | 0,08  | 156,72 | 17,8  | 6,1  | 3    | 5,2  | 14 |
| 01038 A | 0,117 |       |        |       |      | 3,4  | 5,88 |    |
| 01038 B | 0,115 | 0,08  | 158,3  | 17,82 | 6,1  | 3    | 5,64 | 14 |
| 01038 B | 0,117 | 0,08  |        |       |      | 3,2  | 6,44 |    |
| 01040 A | 0,116 | 0,08  | 149,32 | 18,66 | 6,15 | 3,04 | 5,84 | 14 |
| 01040 A | 0,116 |       |        |       |      | 3,12 | 6,32 |    |
| 01040 B | 0,116 | 0,08  | 151,45 | 19,35 | 6,1  | 2,7  | 5,84 | 14 |
| 01040 B | 0,117 | 0,081 |        |       |      | 3,12 | 6,32 |    |
| 01037 A | 0,117 | 0,079 | 155,98 | 18,03 | 5,75 | 2,8  | 6,32 | 14 |
| 01037 B | 0,118 | 0,079 |        |       | 6,7  | 3,2  | 7,48 |    |

Tablica 10.1 Radni nalog br. 111

# SPECIFICATION

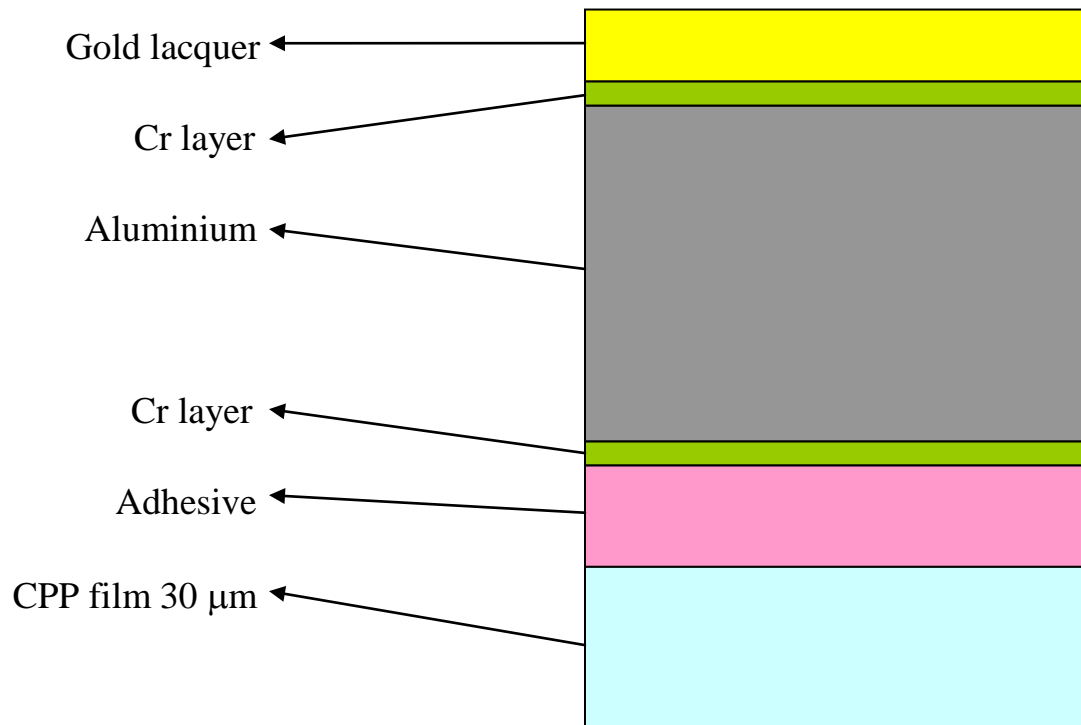
## STERAL FOIL 80/30

# MATERIAL

A strip of aluminium, one side with gold stove lacquering, the other side laminated against 30 µm cPP film, for the production of sterilizable light-weight containers for food and petfood.

|      |                                  |   |
|------|----------------------------------|---|
| 1.1. | Aluminium                        | according to EN 602                           |
|      | - gauge                          | 80µm +/- 4µm                                  |
|      | - tensile strength $R_m$         | 155 +/-10 N/mm <sup>2</sup>                   |
|      | - breaking elongation $Al_{100}$ | > 16%   |
| 1.2. | Cr – layer                       | 40+/-20 mg/m <sup>2</sup><br>(on each side)   |
| 1.3. | Gold lacquer                     | 2,7 +/- 0,5 g/m <sup>2</sup>                  |
| 1.4. | Lamination adhesive              | 6,5 +/- 1 g/m <sup>2</sup><br>( 2 components) |
| 1.5. | cPP-film                         | 30,0 +/- 3 µm                                 |
| 1.6. | Lubricant                        | 0,5 +/- 0,1g/m <sup>2</sup><br>(by request)   |

# COMPOSITION:



# PROPERTIES

- ◆ Deep drawn.
- ◆ Sealable against lids for sterilizable light-weight containers.
- ◆ Heat-resistant gold lacquer up to 300°C for 2 sec.
- ◆ Sterilisation up to 130 °C at pH 5 - 9 when used properly during the sterilisation.
- ◆ Remains permanent with appropriate goods packed.

# STORAGE

Best conditions for storage are at room temperature( 20+/-5°C ) in a humidity of app.60% rel...

# SEALING PARAMETER

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Upper tool ( $^{\circ}$ C)           | cca 240 - 300  |
| Lower tool ( $^{\circ}$ C)           | cca 60 - 100   |
| Sealing Pressure (bar)               | 3 - 6  |
| Sealing time (sec)                   | min 0,25   |
| Width of sealing-seam (mm)           | 2,5 mm (2,2 – 2,8 )(for rectangular)<br>2,0 mm (1,8 - 2,5) (for round) |
| Thickness of sealing-seam ( $\mu$ m) | 30+/-10 (against extruded lid)   |

Above mentioned data are only reference values. The individual parameters are depending on the different machine types being used.

# BOND STRENGTH AFTER STERILIZATION

T - bond strength

> 6 N /15 mm



# REMARKS

The used materials are specified by our suppliers to be harmless to health. The raw materials are in accordance with the existing food law legislation and recommendations

VII, XXVIII of the BfR;

the Code of Federal Regulations – Food and Drugs ( FDA ) Title 21

§§ 175.300, 175.105, 177.1520.; 184.1323.

The sterl foil comply with requirements of current EU directives:

EC 1935/2004; EC 2002/72; EC 1895/2005 and §31 of the German LFBG.

May, 2010.

*Marica Stella-Mišić, dipl.ing.*

*Quality manager*

Slika 10.1 Shema linije za lakiranje i kaširanje